Vergleichende Screeninguntersuchungen zur Früherkennung von Sehschwächen

Klaus Zitzmann

1980

Aus dem Institut für
Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin
der Universität München
Direktor: Prof. Dr.med. Th. Hellbrügge

Vergleichende Screeninguntersuchungen zur Früherkennung von Sehschwächen bei 3 - 6jährigen Kindern, durchgeführt mit den kindertümlichen Sehzeichen nach Hellbrügge und dem E-Haken nach Pflüger (Sehtestgeräte R 4 und R 5 von Rodenstock)

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin an der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Klaus Zitzmann
aus
Ludwigshafen/Rh.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr.med. Th. Hellbrügge
Mitberichterstatter:
Dekan: Prof. Dr.med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung:
10. 11. 1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

I N H A L T

A Einleitung

B Hauptteil

(I) Diagnostisches Vorgehen zur Erfassung von Sehschwächen
- a) Screening-Untersuchung
- b) Fachärztliche Untersuchung und Augenklinik

(II) Notwendigkeit der Frühdiagnose und Frühbehandlung von Sehschwächen
- a) Bisheriger Untersuchungsmodus und Ergebnisse
- b) Notwendigkeit von Diagnose und Therapie bereits im Kindesalter
  - α) Klinisch-ophthalmologische Untersuchungen
  - ß) Neuere neurophysiologische Untersuchungen zur Entwicklung des binokularen Sehens

(III) Objektivierung der Untersuchung durch standardisierte Bedingungen
- a) Faktoren, die die Untersuchung bei nicht standardisierten Bedingungen beeinflussen
- b) Untersuchung unter standardisierten Bedingungen
  - α) Sehtestgeräte
  - ß) Standardisierte Sehzeichen im Kindesalter

(IV) Beschreibung der Sehtestgeräte R 4 und R 5
- a) R 5 - Gerät
- b) R 4 - Gerät

(V) Eigene Untersuchungen
a) Augen-Screening-Untersuchung im Rahmen des sozialmedizinischen Programms Gilching
b) Versuchsanordnung

(VI) Ergebnisse
a) Die für 3 - 6jährige normale Sehschärfe und die daraus resultierenden Anhaltewerte
b) Vergleich der Anwendbarkeit der kindertümlichen Sehzeichen nach HELLBRÜGGE und des E-Hakens nach PFLÜGER
c) Vergleich der mit den kindertümlichen Sehzeichen und dem E-Haken ermittelten Visuswerte
d) Vergleich der mit den kindertümlichen Sehzeichen und dem E-Haken angehaltenen Kinder
e) Kinder mit Anhaltewerten und weitere Maßnahmen
f) Vergleich der Erkennbarkeit der e i n z e l n e n kindertümlichen Sehzeichen mit dem E-Haken

(VII) Diskussion

(VIII) Zusammenfassung

(IX) Literatur

C Danksagung und Lebenslauf

E I N L E I T U N G

Sehbehinderte Kinder haben eine Reihe von Nachteilen zu ertragen. Sie können Schwierigkeiten in der Schule haben; im Verkehr, auch im Haushalt sind sie einer größeren Unfallgefahr ausgesetzt. Im Umgang mit Gleichaltrigen sind sie aufgrund ihrer Sehschwäche oft benachteiligt. Zuweilen werden sie von den anderen Kindern verspottet (z.B. bei Schielstellung der Augen). Unbehandelte Sehschwächen können die Berufswahl negativ beeinflussen. Wegen der erwähnten Behinderungen und Benachteiligungen ist eine psychische Fehlentwicklung möglich.

Eine Korrektur von Sehschwächen ist daher - soweit dies möglich ist - dringend geboten. Eine Erkennung und Therapie von Sehschwächen muß schon aus diesen Gründen frühzeitig erfolgen.

Zur Früherkennung von Sehschwächen wurden Untersuchungsmethoden entwickelt, die in Form von Augenscreeninguntersuchungen einer breiten Bevölkerungsschicht zugänglich gemacht werden konnten.

Die Entwicklung von kindertümlichen Sehzeichen wurde in der Absicht durchgeführt, bessere Testungsmöglichkeiten für noch jüngere Kinder zur Verfügung zu haben, da eine Therapie von Augenfehlern und Sehschwächen bei Kleinkindern meist kostengünstiger und kurzdauernder ist, ferner wesentlich größere Erfolgsaussichten besitzt als bei Schulkindern.

In dieser Arbeit wurde anhand einer Sehscreeninguntersuchung an 282 drei- bis sechsjährigen Kindern ein allgemein eingeführtes Sehzeichen, nämlich der E-Haken nach Pflüger, mit neu entwickelten Sehzeichen nach Hellbrügge verglichen.

(I) DIAGNOSTISCHES VORGEHEN ZUR ERFASSUNG VON SEHSCHWÄCHEN

a) Screening-Untersuchung

Unter Screening-Untersuchung (engl. to screen = durchsieben) wird eine Reihenuntersuchung mit dem Zweck verstanden, bei einer möglichst großen Anzahl von Probanden die von der Norm abweichenden Fälle herauszufinden und diese einer fachärztlichen Untersuchung, gegebenenfalls Therapie, zugänglich zu machen.

Es ist von Vorteil, wenn die Untersuchung so beschaffen ist, daß sie auch von Nichtaugenärzten durchgeführt werden kann, da das kleine Kind in der Regel zuerst nicht dem Augenarzt, sondern dem Allgemeinarzt oder Kinderarzt vorgestellt wird.

Gegebenenfalls sollten auch Nichtfachleute, wenn sie entsprechend instruiert werden, die Screening-Untersuchung durchführen können (GUILINO, 1972; HELLBRÜGGE et al., 1969; LO CASCIO, 1971), z.B. Hilfskräfte wie Assistentinnen im Gesundheitsdienst oder ähnliche Personen. Damit ist die Möglichkeit gegeben, daß auch Kinder erfaßt werden, die nicht zum Arzt kommen (z.B. in Kindergärten, Vorschulen, Heimen).

Sinn der Screening-Untersuchung ist nicht, die Art und den Schweregrad der Fehlsichtigkeit zu bestimmen, sondern die Auffälligen herauszufiltern (= anzuhalten) und diese einer fachärztlichen Untersuchung zuzuführen (SCHILDWÄCHTER, 1972; HELLBRÜGGE et al., 1968 und 1969; GUILINO, 1972).

Es wurde zu bedenken gegeben (SCHILDWÄCHTER, 1972), daß den Augenärzten wesentlich qualifiziertere Aufgaben, einschließlich Therapie, zukämen.

Eine Möglichkeit wären öffentliche Augenscreeninguntersuchungen für Kinder, zu denen durch die Medien aufgerufen werden könnte und die durch geschulte Hilfskräfte über-

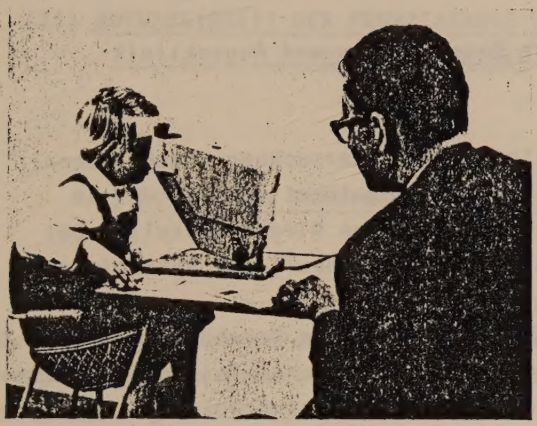


Abb. 1: Screening-Untersuchung bei einem Kind mit dem R 5 - Gerät von Rodenstock (aus GUILINO, 1972)

nommen werden könnten. Durch diesen Einsatz von Hilfskräften kann eine große Anzahl von Probanden bei relativ geringen Kosten erfaßt werden.

Der Einwand, bei Screening-Sehtestungen - sei es in den Kindergärten oder bei den vorgeschlagenen öffentlichen Untersuchungen - würden nicht alle Kinder erfaßt, ist schon deswegen nicht stichhaltig, weil eine auch nur teilweise Erfassung der Kinder gegenüber den bisherigen Verhältnissen ein Fortschritt wäre.

Nach dem Ausgeführten sind Sehstörungen im Kindesalter geradezu prädestiniert für die Anwendung eines Screening-Verfahrens; sie erfüllen alle Erfordernisse, die ein Screening-Verfahren rechtfertigen: sie sind häufig, können zu ernsten Störungen im späteren Leben führen; zuverlässige und kostengünstige Screening-Methoden und wirkungsvolle Behandlungsmöglichkeiten sind vorhanden.

b) Fachärztliche Untersuchung und Augenklinik

Die bei der Screening-Untersuchung angehaltenen Kinder können nun dem Facharzt zugeführt werden, der in einer Spezialuntersuchung die genaue Diagnose stellt, bei Behandlungsbedürftigkeit und -möglichkeit die Therapie einleitet und durchführt.

Eine kurze Rückmeldung an die Gesundheitsämter - wenn diese, wie vorgeschlagen, die Screening-Untersuchung durchführen - wäre, wie das auch bei der Schuluntersuchung in der 1., 4. und 8. Klasse üblich ist, von Vorteil und würde einen guten Oberblick und eine gewisse Kontrolle der Effizienz und Effektivität ermöglichen.

Sofern die Möglichkeiten des Augenfacharztes bezüglich Diagnostik und Therapie nicht ausreichen, stehen die Augenkliniken mit ihren differenzierteren Möglichkeiten zur Verfügung.

(II) NOTWENDIGKEIT DER FROHDIAGNOSE UND FROHBEHANDLUNG VON SEHSCHWÄCHEN

a) Bisheriger Untersuchungsmodus und Ergebnisse

Bisher wurden Sehprüfungen üblicherweise von den Gesundheitsämtern in den ersten, vierten und achten Volksschulklassen in Form von Screening-Untersuchungen (siehe Abschnitt I a) durchgeführt.

Als Beispiele für die Ergebnisse derartiger Screening-Untersuchungen seien die Arbeiten von COPPERS und MAYR (1971, 1967) zitiert. Ersterer fand bei 3.115 Kindern des 1. und 4. Schuljahres einen Anteil von 16,7%, welcher dringend augenärztlicher Behandlung bedurfte (COPPERS, 1971). Der zweite untersuchte 9.514 Kinder der 1., 4. und 8. Klasse und fand bei 31% augenärztliche Auffälligkeiten, welche in 12% als "merklich bedenklich" eingestuft wurden und eine baldige fachärztliche Behandlung benötigten (MAYR, 1967).

In klinisch kontrollierten Studien fiel auf, daß bei Behandlung insbesondere von Schielkindern um so bessere Ergebnisse erreicht wurden, je eher die Behandlung einsetzte (FREIGANG, 1966 und 1967; OPPEL, 1965).

OPPEL behandelte Schielkinder verschiedener Altersstufen mit den gängigen Behandlungsmethoden wie Okklusion, Brillenkorrektur, Operation und apparativer Sehschulung. Dabei ergaben sich folgende Resultate:

Von 143 Kindern zwischen dem 18. Lebensmonat und dem 3. Lebensjahr erreichten nur durch Brillenkorrektur und Vollokklusion des führenden Auges 124 Kinder (= 86,71%) ein beidseitiges volles Sehvermögen.

In der Gruppe zwischen dem 4. bis zum Ende des 5. Lebensjahres kamen von 253 Kindern 117 (= 46,25%) auf ihrem ehemals amblyopen Auge zu vollem Sehvermögen.

Ab dem 6. Lebensjahr erreichten von 273 Kindern nur noch 88 volles Sehvermögen (= 32,23%); 37 dieser geheilten Kinder waren aber schon vorher an anderer Stelle in augenärztlicher Behandlung, hatten diese aber abgebrochen. Nach Abzug der vorbehandelten Kinder verringert sich die Erfolgsquote also noch weiter.

Eine apparative Spätbehandlung in noch höherem Lebensalter führte nur mehr bei 51 von 236 Kindern (= 21,61%) zu normalem beidäugigem Visus (OPPEL, 1965).

In Anbetracht der in der Literatur vorgelegten Zahlen, denen zufolge etwa 3 - 4% der Bevölkerung schielen und zwischen 0,5% und 1% hochgradig schielschwachsichtig sind, und bei Betrachtung der oben erwähnten Behandlungsergebnisse steht die Notwendigkeit einer Früherfassung und Frühbehandlung von Sehstörungen außer Zweifel (BANGERTER, 1965; HELLBROGGE, 1965).

In den angelsächsischen Ländern, in Schweden und neuerdings auch in der DDR, wo die Früherfassung und Frühbehandlung von Sehstörungen in breitestem Rahmen durchgeführt wird, ist die sogenannte Schielschwachsichtigkeit zu einer Seltenheit geworden. So wurden in Leipzig 90% der erfaßbaren Kinder im Alter von 2 bis 5 Jahren untersucht, von den angehaltenen Schielkindern wurden wiederum 15% ohne und 85% mit Operation geheilt. Bei dieser frühzeitigen Behandlung gab es keinen einzigen Mißerfolg (FREIGANG, 1967).

Insgesamt sollten diese günstigen bei Kleinkindern zu erreichenden Ergebnisse, die in Einzelfällen bei uns und in größerem Ausmaß im Ausland erzielt wurden, nicht darüber hinwegtäuschen, daß die im Inland weithin geübte Praxis, die Kinder erstmals bei Schuleintritt einer Screening-Untersuchung zu unterziehen, keinesfalls den heutigen Erkenntnissen vorsorgender Augen-Screening-Untersuchungen entspricht (LAMBY und HELLBROGGE, 1977; FREIGANG, 1967; SCHMITT, 1967; u.a.).

b) Notwendigkeit von Diagnose und Therapie bereits im Kleinkindesalter

α) Klinische ophthalmologische Untersuchungen

Normalerweise sind bei einem Sehakt beide Augen gleichermaßen beteiligt. Von den Augen werden die Netzhautimpulse über spezielle Leitungsbahnen in die visuelle Hirnrinde geleitet. Dort verschmelzen die Seheindrücke zu einem Bild, vorausgesetzt, daß über Rückkontrolle vom Cortex die entsprechende Konvergenzstellung (z.B. bei Naheinstellung Einwärtsdrehung der Augen und bei Blick in die Ferne nahezu parallele Stellung der Augenachsen) mittels der Augenmuskeln veranlaßt wird.

Die Entwicklung des Binokularsehens ist wegen der Vielzahl der beteiligten Elemente sehr störanfällig. Beteiligt sind hier die brechenden Medien, die Netzhaut, die Augenmuskeln, die Sehnerven, die diencephalen Umschaltstellen und afferente Bahnen zum visuellen Cortex und von diesem efferente Bahnen zu den Augenmuskelkernen (zur Kontrolle der Konvergenz).

Es ist aufgrund des anatomisch funktionellen Bauplanes im Normalfall gewährleistet, daß korrespondierende Punkte aus beiden Netzhäuten in praktisch identische Teile der visuellen Hirnrinde projiziert werden. Kommt es aber durch eine Störung dazu, daß auf an sich korrespondierenden Netzhautstellen verschiedene Bildpunkte abgebildet werden, können diese in der visuellen Hirnrinde nicht zu e i n e m binokularen Seheindruck verarbeitet werden (JULESZ, 1971).

Da verschiedene Bilder aus beiden Augen sich stören, wird der Eingang aus einem Auge funktionell ausgeschaltet und es kann als Resultat zu einer Schielstellung kommen. Jede Schielstellung zwingt zu einer sensorischen Neuorientierung, das Schielkind bleibt funktionell einäugig;

das nicht benutzte, in der Regel schwächere Auge verkümmert noch weiter. Es entsteht schließlich eine weit über das Ausmaß der zugrundeliegenden Sehstörung hinausgehende Schwachsichtigkeit des nicht benutzten Auges, die sogenannte Schielamblyopie (HELLBRÜGGE, 1965; OPPEL, 1965; u.a.).

Die Schielschwachsichtigkeit ist nicht nur ein passiver Vorgang infolge des Nichtgebrauches des betroffenen Auges (Amblyopia ex anopsia), sondern es kommt aktiven kortikalen Hemmungseinflüssen große Bedeutung zu (OPPEL, 1965). Von Ophthalmologen war (HOLLAND, 1971; DODEN, 1973) empirisch festgestellt worden, daß frühzeitig einsetzendes und erst spät behandeltes Schielen für die Entwicklung binokularer Sehfunktionen (Simultansehen, Fusionssehen und stereoskopisches Sehen) nachteiliger und schwerwiegender war als spät einsetzendes Schielen (nach dem 4. Lebensjahr) und/oder frühe Schielbehandlung. Für diese empirisch gewonnene Erfahrung sprechen sehr viele Untersuchungen, u.a. auch die oben zitierten Veröffentlichungen (FREIGANG, 1967; OPPEL, 1965). Aus diesem Grunde wurden von einzelnen Autoren sogar orientierende Augenuntersuchungen von Säuglingen und ein erstes Sehscreening von Kleinkindern ab 2 Jahren gefordert (FREIGANG, 1966 und 1967 b; LAMBY und HELLBRÜGGE, 1977). Im deutschsprachigen Raum unternahm insbesondere Professor HELLBRÜGGE durch die Entwicklung kindertümlicher Sehzeichen große Anstrengungen, eine Sehscreening-Untersuchung bereits bei Kleinkindern zu ermöglichen (HELLBRÜGGE et al., 1968 und 1969).

ß) Neuere neurophysiologische Untersuchungen zur Entwicklung des binokularen Sehens

Die vorerwähnten, empirisch gefundenen Erkenntnisse über Entstehung und Notwendigkeit einer frühzeitigen Behandlung des kindlichen Schielens konnten durch neuere neurophysiologische Untersuchungen bestätigt und ursächlich erklärt werden.

Hier sind zunächst die neurophysiologischen Experimente an jungen Katzen zu erwähnen. Durch Verschluß oder Abdecken eines Auges wurde künstlich eine Amblyopie bei den Versuchstieren erzeugt. Wenn eine Katze in einer bestimmten frühen Entwicklungsphase daran gehindert wurde, mit beiden Augen normal zu sehen, kam es zu einer Unterdrückung der Meldungen aus dem abgedeckten Auge im zentralen Sehareal des Gehirns, und zwar über den Zeitpunkt der Abdeckung hinaus (HUBEL und WIESEL, 1970).

Der experimentelle Verschluß eines Auges in dieser frühen Entwicklungsphase (frühe monokulare Deprivation) führte zu einer totalen Kontrolle der zentralen Hirnareale durch das offene Auge.

Durch ins Sehareal eingeführte Mikroelektroden konnte gezeigt werden, daß bei früher monokularer Deprivation die Nervenzellen des zentralen Sehareals nur noch von dem nicht deprivierten Auge erregt werden konnten; die Zellen blieben auch dann stumm, wenn das deprivierte Auge gereizt wurde (z.B. durch Licht). Die Dominanz des nichtdeprivierten Auges beruhte auf zwei verschiedenen Faktoren. Nervöse Impulse des nichtdeprivierten Auges unterdrückten Meldungen des deprivierten Auges direkt an der Area striata, der visuellen Hirnrinde. Gleichzeitig kam es zu einer morphologisch faßbaren Verminderung der Neurone, die durch Informationen aus dem deprivierten Auge erregt werden, und zu einem Oberwiegen der Neurone, die vom nichtdeprivierten Auge erregt werden. Beim Normaltier nahmen beide Augen gleich breite Zonen in der Area striata ein (HOFFMANN, 1976). Darüberhinaus wurden eine beträchtliche Anzahl von Neuronen, die beim Normaltier wechselweise von beiden Augen erregbar sind (sog. binokulare Rindenneurone) bei Deprivation nicht entwickelt (BANKS et al., 1976).

Eine monokulare Deprivation verursachte bei der Katze bis zur 4. Lebenswoche noch keine Langzeitschäden. Die Empfindlichkeit des Sehsystems für Deprivationen setzte dann jedoch massiv ein. Wurde das deprivierte Auge nach der

ersten Woche der sensitiven Phase (5. Woche nach Geburt) geöffnet, waren nur noch 25% der Zellen von diesem Auge erregbar (beim erwachsenen Tier). Die sensitive Phase bei Katzen erstreckt sich auf den Zeitraum zwischen 4./5. Lebenswoche bis zur 8./10. Lebenswoche (HOFFMANN, 1976; CREUTZFELDT und HOHMANN, 1976). Dieses Verschielen eines Auges ist im Effekt in etwa der Amblyopie beim Kind vergleichbar (CREUTZFELDT und HOHMANN, 1976). Da bei Affen ähnliche Befunde erhoben wurden (HOFFMANN, 1976) konnte vermutet werden, daß auch beim Menschen ähnliche Verhältnisse vorlagen.

Das konnte in zwei voneinander unabhängigen und sich komplementierenden Untersuchungen bestätigt werden (BANKS et al., 1975; HOHMANN und CREUTZFELDT, 1975). Gleichzeitig ließ sich damit der Zeitraum der sensitiven Phase beim Menschen bestimmen. Er umfaßt die ersten 2 1/2 bis 3 Lebensjahre. Da sich beim Menschen eingreifende Meßmethoden von selbst verbieten, benutzte man in beiden Untersuchungen ein sinnesphysiologisches Phänomen, welches als sog. "tilt after effect" oder Gibson-Effekt bekannt ist (GIBSON und RADNER, 1937) (Erklärung siehe Abb. 2).

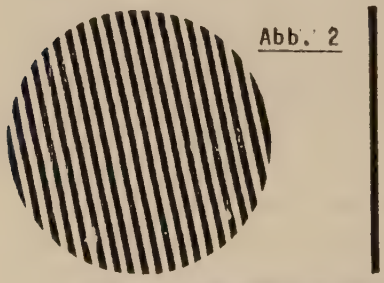


Abb. 2

Gibson-Effekt: Adaptations- (A) und Testmuster (B). Wenn man etwa 1 bis 2 Minuten mit einem Auge auf das 10° nach links geneigte Adaptationsmuster schaut und dann anschließend auf die Testlinie, erscheint diese ca. 5° nach rechts geneigt. Das gleiche Phänomen tritt etwas schwächer auch ein, wenn man das rechte Auge adaptiert und die Testlinie mit dem linken Auge betrachtet oder umgekehrt.

Dieser Nacheffekt war auch von einem auf das andere Auge übertragbar, d.h. wenn das linke Auge an das Strichmuster adaptiert war, wurde die senkrechte Linie auch vom rechten Auge nach der Richtung des Strichmusters verschoben gesehen, allerdings um etwa die Hälfte geringer als diese Verschiebung vom linken Auge gesehen worden wäre. Man nannte dieses Phänomen den interokularen Transfer (IOT) des Gibson-Effektes und nahm an, daß das Ausmaß dieses

IOT vom Vorhandensein binokularer Rindenneurone abhängt, d.h. je weniger binokulare Rindenneurone entwickelt wurden, desto geringer ist auch das Ausmaß des interokularen Transfers.

Dieser Umstand wurde bei korrigierten Schielpatienten bestätigt, bei denen eine Verminderung des IOT um 60% gefunden wurde (MOVSHON et al., 1972).

Bezüglich der sensitiven Phase beim Menschen wurde gefunden:

1. Bei Schielkindern, die früh operiert wurden (3 - 5 Jahre alt), entsprach die Größe des erreichten Gibson-Transfers nicht der Größe des anfänglichen Schielwinkels, noch dem Operationsalter (Frühoperation), noch dem Lebensalter, in dem dann die Untersuchung des IOT erfolgte. Deutlich war aber eine Korrelation zwischen dem Lebensalter, in dem das Schielen auftrat, und dem Grad der IOT-Verminderung herzustellen. Je früher das Schielen auftrat, desto stärker war die IOT-Verminderung, beim Auftreten von Schielen im 3. Lebensjahr und später entsprach der Gibson-Transfer normalen Werten (HOHMANN und CREUTZFELDT, 1975).

2. In einer anderen Untersuchung wurden Kinder untersucht, die seit der Geburt schielten. Wurde vor Ablauf des ersten Lebensjahres operiert, war der Gibson-Transfer normal, am minimalsten war er bei einer Operation nach dem dritten Lebensjahr. Bei Kindern dagegen, die erst nach der Geburt zu schielen begannen, bestand ein direkter Zusammenhang zwischen Dauer des Schielens (bis zur Operation) und der Verminderung des Gibson-Transfers (BANKS et al., 1975).

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß es auch im menschlichen Leben eine Phase gibt, in der es durch prägende Einflüsse auf das Großhirn unter Entwicklung binokularer Neurone zur vollen Ausprägung des binokularen Sehvermögens kommt. Dieser Zeitpunkt liegt, wie oben gezeigt, wohl zwischen 12 und 36 Monaten. Nicht beseitigte Störungen (z.B. Schielen oder Amblyopie) führen zu einer nie mehr behebbaren Störung des Binokularsehens.

(III) OBJEKTIVIERUNG DER UNTERSUCHUNG DURCH STANDARDISIERTE BEDINGUNGEN

a) Faktoren, die die Untersuchung bei nicht standardisierten Bedingungen beeinflussen

Das Ergebnis einer Augenuntersuchung kann, wenn die Untersuchungsbedingungen nicht standardisiert sind, von einer Reihe von Faktoren beeinflußt werden. Die Vergleichbarkeit der Testergebnisse ist ohne standardisierte Bedingungen nicht mehr gewährleistet.

Da 97% aller Sehschwächen allein durch eine Sehschärfebestimmung entdeckt werden können - zugrunde lag eine Untersuchung von 2447 Kindern (KÖHLER und STIGMAR, 1973) - erscheint es angebracht, insbesondere den Faktoren nachzugehen, die auf die Sehschärfebestimmung Einfluß haben.

Von verschiedenen Autoren wurde berichtet, daß folgende äußere Faktoren die Sehschärfebestimmung beeinflußen (v. BENDA, 1971; JAINSKI und SCHMIDT-CLAUSEN, 1970; SCHOBER und MUNKER, 1965):

α) Leuchtdichte (Helligkeit der Sehprobe)
β) Photometrischer Kontrast der Sehzeichen gegen den Untergrund
γ) Umfeldleuchtdichte, Verteilung der Leuchtdichte in der Tafelumgebung
δ) Sehzeichen: Art, Auswahl und Anordnung
ε) Abstufung der Visuswerte
ζ) Lichtfarbe
η) Darbietungszeit
ϑ) Adaptationsbedingungen
ι) Beobachtungsabstand
κ) Bewegung von Testzeichen oder Auge
λ) Psychologische Faktoren
μ) Erkennungskriterium (Abbruchkriterium)

Die L E U C H T D I C H T E der Sehprobe sollte im Bereich von 100 bis 2000 cd/m^2 liegen, wesentlich darunter und darüber liegende Werte beeinflussen die Testergebnisse beträchtlich. Im angegebenen Bereich sind Abweichungen der Ergebnisse von höchstens 10% zu erwarten (v. BENDA, 1971).

Steigender K O N T R A S T erhöht die Sehschärfe. Bei einem photometrischen Kontrast zwischen Sehprobe und Hintergrund über 80% ist der Einfluß des Kontrastes auf das Testergebnis gering. Bei einem Kontrast unter 50% ist der Einfluß des Kontrastes dagegen hoch. In der Praxis kann die Verschmutzung von Sehprobentafeln oder von Projektionsobjektiven die Kontraste herabsetzen und die Ergebnisse unzulässig beeinflussen. Ferner kann der Kontrast durch Reflexe erheblich herabgesetzt werden. Dies gilt insbesondere bei den mit Glas abgedeckten, von hinten beleuchteten Sehproben (v. BENDA, 1971; SCHOBER und MUNKER, 1965).

Die U M F E L D L E U C H T D I C H T E sollte etwa gleich oder geringgradig niedriger als die Testfeldleuchtdichte sein. Bei stärkeren Unterschieden verschlechtert sich die gemessene Sehschärfe beachtlich. Während der Einfluß der Testfeldleuchtdichte und des Kontrastes allgemein anerkannt ist, wird der Umfeldleuchtdichte, selbst in Fachkreisen, oft zu wenig Beachtung geschenkt.

Die Erkennbarkeit von verschiedenen S E H - Z E I C H E N (Ziffern, Buchstaben, LANDOLT-Ringen, E-Haken) ist bei gleicher Größe unterschiedlich. So ergeben sich für Buchstaben und auch für E-Haken, bei gleicher Größe, höhere Visuswerte als für Ziffern. Auch die Anordnung der Zeichen spielt für den gemessenen Visus eine Rolle. Bei einzelnen Sehzeichen muß (SCHOBER und MUNKER, 1965) der Abstand zwischen den Zeichen mindestens das Doppelte der Zeichenbreite betragen, damit ein brauchbares Ergebnis zustandekommt. Diese Abstandsregel gilt nur für Einzelzeichen. Beim Lesen von Wörtern müssen die Zeichen wesentlich näher aneinander liegen (GUILINO, 1972; v. BENDA, 1971; SCHOBER und MUNKER, 1965).

Auch die Abstufung der V I S U S W E R T E, und die D A R B I E T U N G S Z E I T , die nicht unter 1 Sekunde betragen soll, sowie die A D A P T A T I O N S - B E D I N G U N G E N spielen bei den Ergebnissen der Sehschärfebestimmung eine nicht zu unterschätzende Rolle (v. BENDA, 1971; GUILINO, 1972; SCHOBER, 1969; SCHOBER und MUNKER, 1965).

Dem B E O B A C H T U N G S A B S T A N D, der B E W E G U N G von T E S T Z E I C H E N O D E R A U G E und der L I C H T F A R B E kommt bei den herkömmlichen Sehschärfebestimmungen eine geringere Rolle zu, sie haben aber bei exakt wissenschaftlicher Betrachtungsweise ebenfalls ihre Bedeutung.

P S Y C H O L O G I S C H E F A K T O R E N , wie z.B. Aufmerksamkeit, Ermüdbarkeit, Vertrautheit mit der Testsituation und dem Prüfer, können besonders bei Untersuchungen im Kindesalter das Testergebnis beeinflussen. Allerdings liegen über das Ausmaß dieser Einflußfaktoren in der Literatur keine exakten Angaben vor (FREIGANG, 1970; KÖHLER und STIGMAR, 1973; MÖTZE, 1963; SCHIRM et al., 1979).

Dem Einfluß der Intelligenz auf das Prüfergebnis von Sehschärfeuntersuchungen messen einzelne Autoren unterschiedliche Bedeutung zu (BRÖCKNER, 1932; v. BENDA, 1971). Von BENDA konnte keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Intelligenz des Prüflings und dem ermittelten Visuswert aufzeigen (v. BENDA, 1971). Ähnlich wie bei der statistischen Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Person des Prüfers und dem Untersuchungsergebnis wollte der Autor auch hier nicht verallgemeinern. Ältere Autoren wie BRÖCKNER, ARNDT und v. BEUNINGEN behaupteten dagegen, daß intelligentere Personen gegenüber weniger intelligenten aufgrund besserer Ausnutzung der in den Sehproben enthaltenen Informationen und größerer Präzision in der Urteilsfähigkeit einen etwas höheren Visus erreichen würden (BRÖCKNER, 1932; ARNDT, 1949; v. BEUNINGEN, 1948).

Eine bedeutende Rolle bei der Ermittlung der Sehschärfe spielt die Wahl eines bestimmten E R K E N N U N G S - bzw. A B B R U C H K R I T E R I U M S , d.h. es muß im Einzelfall genau festgelegt sein, wann ein Prüfling eine bestimmte Sehschärfe noch erreicht und wann nicht mehr. Leider gibt es bis heute keine allgemein gültige Vereinbarung über die Definition des Erkennungs- bzw. Abbruchkriteriums (v. BENDA, 1971; HEINSIUS, 1963). HEINSIUS gab zu bedenken, daß bei der bahnärztlichen Augenuntersuchung dann eine Visusstufe als nicht erreicht gilt, wenn ein einziges der dargebotenen Prüfzeichen in einer Stufe nicht erkannt wird (HEINSIUS, 1963). Durch von BENDA wurden bis zu 1/3 nicht erkannte Prüfzeichen pro Visusstufe akzeptiert (v. BENDA, 1971). SCHOBER und MUNKER schlugen vor, eine Visusstufe dann noch als erreicht anzusehen, wenn mindestens 3/4 der dargebotenen Prüfzeichen in dieser Visusstufe richtig erkannt wurden (SCHOBER und MUNKER, 1965).

Es versteht sich von selbst, daß eine nicht konsequente Einhaltung des Abbruchkriteriums die Versuchsergebnisse in unzulässiger Weise verfälscht und der Prüfer bei nicht genauer Einweisung in den Versuchsablauf und/oder bei Unkenntnis des Abbruchkriteriums einen nicht mehr nachprüfbaren Einfluß auf das Ergebnis nimmt.

Alle oben aufgeführten Faktoren können das Untersuchungsergebnis einer Sehschärfebestimmung beeinflussen und zu unterschiedlichen Ergebnissen führen (HENKE, 1966; MONJE, 1958; SCHOBER, 1964 u.v.a.). ARNDT und HEINSIUS fanden bei Sehschärfebestimmungen, die von verschiedenen Fachärzten bei gleichen Probanden unter nicht standardisierten Bedingungen durchgeführt wurden, maximale Abweichungen des Visus von 0,3 zu 1,0 bzw. von 0,03 zu 0,2. Solche unterschiedlichen Ergebnisse können keinesfalls toleriert werden und zeigen die Notwendigkeit der Standardisierung der Untersuchungsbedingungen (ARNDT, 1949; HEINSIUS, 1963).

b) Untersuchung unter standardisierten Bedingungen

α) Sehtest-Geräte

Durch die Benutzung von Sehtestgeräten, wie sie von der Industrie angeboten werden[1], lassen sich viele Faktoren, die die Sehschärfeprüfung beeinflussen können (siehe III a), ausschalten. Durch Verwendung von Sehtestgeräten sind von Untersuchung zu Untersuchung viele Bedingungen gleich, d.h. standardisiert (SIMONI, 1969; GUILINO, 1968 und 1972 u.a.).

Alle Geräte sind Einblickinstrumente. Durch die Verwendung künstlicher Beleuchtungssysteme ist die Untersuchung vom Tageslicht oder der Raumbeleuchtung unabhängig, wodurch die Forderung nach normierter Umfeld- und Testfeldleuchtdichte erfüllt ist (v. BENDA, 1971; SIMONI, 1969)[2]. Die Entwicklung spezieller Testtafeln gewährleistet einen hohen photometrischen Kontrast, gleichzeitig die Normierung dieser Untersuchungsbedingung. Die Ausführung der gebräuchlichen Sehproben bei Sehtestgeräten ergibt mit der Verwendung von schwarzen Sehzeichen und hellem Umfeld hohen photometrischen Kontrast. Auch die Lichtfarbe und die Leuchtdichte sind geräteimmanent und dadurch standardisiert. Eine Abnahme der Leuchtdichte durch Lampenalterung kann durch rechtzeitiges Auswechseln in erträglichen Grenzen gehalten werden. Auch ist darauf zu achten, daß eine Verschmutzung des optischen Systems und vor allem der Testtafeln den photometrischen Kontrast nicht unzulässig herabsetzt. Die Testzeichen erscheinen dem beobachtenden Auge unbewegt, wodurch eine weitere Standardisierungsbedingung erfüllt ist. Auch der virtuelle Abstand, unter dem die Sehzeichen gesehen werden, sowie die Visusabstufung sind

---

1) Durch v. HAUGWITZ und CRUNDALL wurden die gebräuchlichen und allgemein eingeführten Sehtestgeräte zusammengestellt (v. HAUGWITZ, 1967; CRUNDALL, 1970).

2) Durchlichttafeln, bei denen Glas- oder Kunststofftafeln mit aufgebrachten Zeichen von hinten beleuchtet werden, u.ä. gehören nicht zu den standardisierten Geräten (in unserem Sinn) (v. BENDA, 1971).

beim jeweiligen Gerät konstant (v. BENDA, 1971; SIMONI, 1969; SCHOBER und MUNKER, 1965). Bei den meisten Geräten wird der Fernvisus unter einem virtuellen Abstand von 5 m geprüft, der Nahvisus unter einem Abstand von 40 cm (v. BENDA, 1971; GUILINO, 1968). Beim Sehtestgerät R 5 (Rodenstock) werden beispielsweise folgende Visusstufen geprüft: 0,15, 0,3, 0,5, 0,7 und 1,0. Bei anderen Geräten werden z.T. andere Visusabstufungen verwendet (v. BENDA, 1971).

Durch die genannten Herstellungsprinzipien der Sehtestgeräte wurden die oben erwähnten Standardisierungsforderungen erfüllt. Dies trifft aber nur für den jeweiligen Gerätetyp zu, da sich die verschiedenen Gerätetypen voneinander unterscheiden (v. BENDA, 1971; GUILINO, 1968 und 1972). Für Leuchtdichte, photometrischen Kontrast, Umfeldleuchtdichte und Lichtfarbe fallen die Unterschiede von Gerät zu Gerät nicht sehr ins Gewicht, da die in Frage kommenden Daten innerhalb des Bereichs liegen, in dem keine Ergebnisdifferenzen von Bedeutung auftreten (SCHOBER und WITTMANN, 1938; SCHOBER und MUNKER, 1965). Bei unterschiedlicher Abstufung der Visuswerte und verschiedenen virtuellen Beobachtungsabständen kann aber die Vergleichbarkeit der Ergebnisse beeinträchtigt werden. Ein weiteres Problem kann dadurch auftreten, daß u.U. zu wenig Visusabstufungen geprüft werden können. Sind z.B. die Sehproben für die Visuswerte 0,2, 0,5, 1,0 und 2,0 vorgesehen, kann bei nicht mehr erkannten Zeichen der Visusstufe 1,0 nur ein Sehvermögen von 0,5 bestätigt werden. Der Proband könnte aber vielleicht auch noch bei einem Visus von 0,7 alle Zeichen richtig erkennen (v. BENDA, 1971).

Exakt vergleichbare Ergebnisse sind nur zu erhalten, wenn mit dem gleichen Geräte-Typ geprüft wird. Bei Prüfungen mit verschiedenen Geräte-Typen müssen die durch die etwas differierende Gerätekonstruktion bedingten Unterschiede berücksichtigt werden (v. BENDA, 1971; SCHIRM et al., 1979).

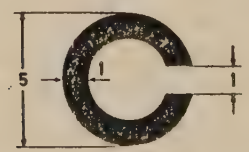
Psychologische Faktoren, Adaptationsbedingungen und Darbietungszeit werden durch die Standardisierung der Geräte nicht erfaßt. Auch die Erkennungs- bzw. Abbruchkri-

terien sind geräteunabhängig. Durch eine von Gerät zu Gerät unterschiedliche Anzahl von Prüfzeichen - dies trifft besonders für die Fälle zu, in denen nur eine geringe Anzahl von Prüfzeichen je Visusstufe vorhanden ist - kann es, auch bei genauer Festlegung der Erkennungs- bzw. Abbruchskriterien, zu Schwierigkeiten kommen. Beispielsweise kann es bei einer sehr geringen Anzahl von Prüfzeichen unmöglich sein, bei einem Abbruchkriterium von 2/3 oder 3/4 der Zeichen tatsächlich 2/3 oder 3/4 der Zeichen auszumachen, wenn vielleicht nur 2 oder 3 Prüfzeichen für eine Visusstufe vorhanden sind (v. BENDA, 1971).

Auf die Standardisierung der Sehzeichen wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

ß) Standardisierte Sehzeichen im Kindesalter

Neben der Standardisierung der Geräte war auch eine Standardisierung von Sehzeichen nötig, um vergleichbare Aussagen machen zu können. Schon seit langem wurde der LANDOLT-Ring als geeignetes Prüfzeichen auf Vergleichsbasis angesehen (SCHOBER, 1952). Aber erst 1968 wurde der LANDOLT-Ring als Sehzeichen standardisiert (AULHORN et al., 1968). Dabei wurde folgendes Größenverhältnis festgelegt: Durchmesser : Strichdicke : Lücke = 5 : 1 : 1 (siehe Abb. 3). Die Einheit der Sehschärfe, der Visus 1,0, ist definitionsgemäß dann erreicht, wenn die Aussparung des Ringes unter dem Sehwinkel von 1 Bogenminute noch erkannt wird (GUILINO, 1972; AULHORN et al., 1968). Der doppelte Sehwinkel entspricht dem halben Visus; die beiden Größen sind zueinander umgekehrt proportional. Der Visus 1,0 stellt einen brauchbaren Richtwert für



Durchmesser : Strichdicke : Lücke = 5 : 1 : 1

Abb. 3: Landolt-Ring als standardisiertes Sehzeichen: Der Visus von 1,0 wird erreicht, wenn die Aussparung des Ringes bei einem Sehwinkel von 1 Bogenminute noch erkannt wird.

eine gute Sehschärfe bei Erwachsenen dar, weil die meisten Sehaufgaben damit erfüllt werden können. Wenn wissenschaftlich exakte Aussagen über die Sehschärfe nötig sind, auch bei Gutachten, sollte stets der LANDOLT-Ring als Sehzeichen verwendet werden.

Für den relativen Vergleich, z.B. im Rahmen der Vorrefraktion und der Screening-Untersuchung, können auch andere Sehzeichen verwendet werden, sofern ein geeigneter Bezug zum standardisierten LANDOLT-Ring hergestellt wird. Unter den genannten Bedingungen kann eine Modifizierung der Sehzeichen als gerechtfertigt angesehen werden. Es wird von "Visusäquivalenten" gesprochen (GUILINO, 1972).

Ein häufig verwendetes Sehzeichen ist der PFLÜGER-Haken oder E - Haken (Abb. 4). Auch bei ihm ist das Verhältnis Größe : Strichdicke : Lücke = 5 : 1 : 1. Er besitzt jedoch zwei Unregelmäßigkeitsstellen, deren Einfluß sich freilich durch eine Größenkorrektur weitgehend kompensieren läßt (SCHOBER, 1964). Der E - Haken wird häufig verwendet, z.B. beim Sehtestgerät R 5 von Rodenstock. (Auf dieses, auch in meiner Untersuchung verwendete Gerät wird unter Abschnitt IV a näher eingegangen.)

Abb. 4: E-Haken oder Pflüger-Haken, modifiziert nach Snellen

Auch Ziffern können zur Testung der Sehschärfe, insbesondere zur Grobauslese, herangezogen werden. Der Kraftfahrersehtest beim Technischen Überwachungsverein (TÜV) wird mit Ziffern, deren Größe fortlaufend abnimmt, durchgeführt (GUILINO, 1972; v.HEBENSTREIT, 1972). Es wurde bereits unter Abschnitt III a erwähnt, daß auch für Ziffern, genauso wie für Buchstaben und E-Haken, eine Größenkorrektur gegenüber dem LANDOLT-Ring notwendig ist. So ergeben die Ziffern auf der internationalen Sehprobentafel nach HESS/HEGNER einen um 7% besseren Visus als die LANDOLT-Ringe auf der gleichen Tafel, obwohl

diese um 25% größer sind als die dargebotenen Ziffern (BENNET, 1965; v. BENDA, 1971).

Auch bei Buchstaben bedarf es gegenüber dem LANDOLT-Ring, wie gegenüber den Ziffern, einer Größenkorrektur. Buchstaben ergeben einen um 15% höheren Visus als gleichgroße Ziffern. Für den E-Haken liegen die Werte gegenüber gleichgroßen Ziffern um 20% höher (SCHOBER und MUNKER, 1965).

Auch die Anordnung der Zeichen - gleichviel, ob LANDOLT-Ringe, E-Haken, Ziffern, Buchstaben oder andere Sehzeichen - spielt eine Rolle. Zu nahe beieinander liegende Sehzeichen beeinträchtigen gegenseitig ihre Erkennbarkeit und verschlechtern das Ergebnis des Sehschärfetestes. Desgleichen beeinflussen unregelmäßige Abstände zwischen den Sehzeichen einzelner Visusstufen das Prüfergebnis negativ (v. BENDA, 1971).

Ferner sollten, sofern verschiedene Sehzeichen verwendet werden, die einzelnen Zeichen gleichschwer erkennbar sein. Ausgewählt und als Prüfzeichen zusammen mit dem LANDOLT-Ring angeboten wurden daher die Ziffern 0, 1, 4 und 7. Es wurde davon aber wieder abgegangen, weil die Anzahl der verwendeten Sehzeichen zu gering war (BENNET, 1965; SCHOBER und MUNKER, 1965; v. BENDA, 1971).

Analog dem PFLÜGER-Haken (E-Haken) wird beim SJÖGREN-Test eine Hand in abnehmender Größe als Testzeichen verwendet. Der Proband muß angeben, in welche Richtung die jeweils gezeigte Hand weist (Abb. 5) (KEITH et al., 1973; SJÖGREN, 1939).

Abb. 5: SJÖGREN-Hand

Um auch Kleinkinder testen zu können - auf die große Bedeutung der Frühdiagnose und Frühbehandlung von Sehschwächen wurde unter 1 a, b und c eingegangen - wurden verschiedentlich

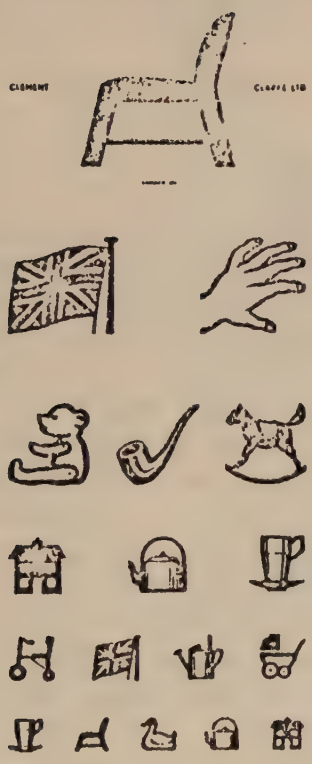


Abb. 6 : Optotypen nach CLARKE

kindgerechte Sehzeichen entwickelt (ALLEN, 1957; FITZ, 1972; HELLBROGGE et al., 1968; ØSTERBERG, 1936). Es werden einfache Bilder, wie Auto, Haus, Puppe u.a. angeboten. Zu Schwierigkeiten kann es hier durch die Auswahl geeigneter Zeichen und deren Größenreduktion kommen (siehe Abschnitt IV b). Auch wurde eingewendet, daß hier die Intelligenz des Kindes eine Rolle spielt und das Testergebnis beeinflussen kann.

FFOOKS benützte bei Kindern ein Quadrat, einen Ring und ein Dreieck als Sehzeichen, RYBA ein Herz, einen Kreis und einen Stern (FFOOKS, 1965; RYBA, 1970).

Auch CLARKE, ALLEN und FINK (Abb. 6, 7, 8) entwickelten Kindersehzeichen (ALLEN, 1957).

Abb. 7 : Optotypen nach ALLEN

Abb. 8 : Optotypen nach FINK

Abb. 9 : Optotypen nach RYBA

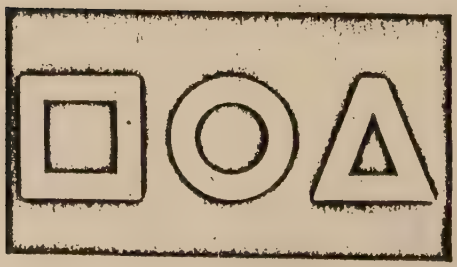


Abb. 10: Optotypen nach FFOOKS

(IV) BESCHREIBUNG DER SEHTESTGERÄTE R 4 UND R 5

a) R 5 - Gerät

Es wird zunächst das Gerät R 5 beschrieben, da es häufig benützt wird, bei den Schuluntersuchungen Verwendung findet und bei den Kinderärzten eingeführt ist (GUILINO, 1979; SCHILDWÄCHTER, 1972; TODTER, 1975). Es wurde in Zusammenarbeit mit Professor COPPERS von der Fa. Rodenstock entwickelt (FREIGANG, 1970; GUILINO, 1968). Die konstruktive Grundkonzeption dieses Gerätes geht auf das von der Sehtestung bei Führerscheinbewerbern bekannte und von der gleichen Firma hergestellte R 3 - Gerät zurück (FREIGANG, 1970). Ziel dieser Neuentwicklung war, ein Gerät bereitzustellen, das auch den Einsatz bei Kindern erlaubt (siehe Abb. 1 Seite 3) (SIMONI, 1969).

Das R 5 - Gerät ist ein Einblickinstrument. Es ist leicht zu transportieren und einfach zu bedienen. Die Einblicköffnung ist in ihrem Abstand auf die kindliche Pupillendistanz abgestimmt. Der Apparateaufbau geht aus nebenstehender Skizze hervor (Abb. 11). Durch eine Schwenkblende wird eine monokulare Prüfung des rechten bzw. linken Auges ermöglicht. In der Grundstellung wird binokular geprüft.

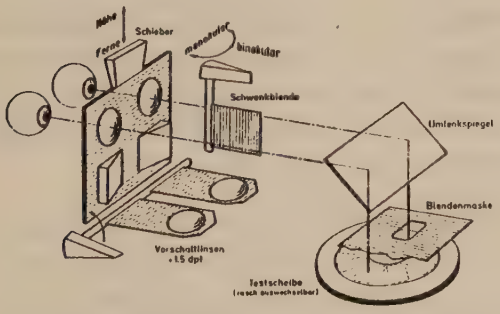


Abb. 11: Schematische Darstellung der Optik des R 5 - Gerätes von Rodenstock

Ein Schieber läßt, je nach Stellung, durch die verwendeten Linsensysteme die Sehzeichen unter einem virtuellen Abstand von 5 m für die Ferneinstellung bzw. 40 cm für die Naheinstellung erscheinen.

Die Testtafel wird an der Rückseite ins Gerät eingeschoben und von unten beleuchtet. Die Testtafel ist drehbar gelagert; eine Blendenmaske gibt das jeweils gewünschte Sehzeichen frei. Die Ablenkung in den für das Auge geraden Strahlengang erfolgt durch einen Spiegel.

Durch eine schwenkbare Pluslinse von 1,5 dptr. kann bei der Sehschärfeprüfung in der Ferne eine eventuelle Hyperopie diagnostiziert werden (SIMONI, 1969).

Mit dem R 5 - Gerät und den zugehörigen Testscheiben (Abb. 12) lassen sich folgende Funktionen prüfen:

α) Sehschärfe

β) Augenstellung in Ruhelage

γ) Stereoskopisches Sehen

ad α): Zur Sehschärfeprüfung wird der von PFLÜGER modifizierte SNELLENsche E - Haken verwendet, der in verschiedener Größe und Stellung dargeboten wird. Das zu prüfende Kind muß mit der Hand oder mit einem neben dem Gerät liegenden E - Zeichen angeben, in welcher Stellung das jeweils im Gerät dargebotene Zeichen gesehen wird.

Der E - Haken besitzt folgendes Größenverhältnis: Seite : Strichstärke : Lücke = 5 : 1 : 1 (GUILINO, 1972). Er ist dem LANDOLT-Ring nachempfunden, besitzt aber im Unterschied zu diesem 2 Unregelmäßigkeitsstellen. Durch eine Größenkorrektur läßt sich dieses weitgehend kompensieren (SCHOBER, 1964), so daß der E - Haken für die Vorrefraktion, z.B. im Rahmen der Screening-Untersuchung, gut geeignet ist (GUILINO, 1972).

ad β): Zur Prüfung der Augenstellung in Ruhelage (Phorietest) werden in Dunkelfelddarbietung ein Rahmen und ein Punkt je einem Auge getrennt gezeigt. Das Rechteck ist mit 3Δ x 4,5Δ (ADELSTEIN und COPPERS, 1971) so gehalten, daß in behandlungsbedürftigen Fällen der Punkt außerhalb des

E-Haken zur Prüfung der Sehschärfe

Rahmen und Punkt zur Prüfung der Augenstellung in Ruhelage

Kasperle-Figuren zur Prüfung des stereoskopischen Sehens

Abb. 12 : Die im R 5 - Gerät verwendeten Prüfzeichen

Rahmens gesehen wird. Der Toleranzrahmen ist den physiologischen Verhältnissen angepaßt, d.h. daß nach innen (Esophorie) und vertikal (Hyperphorie und Hypophorie) gerichtete Stellungsanomalien stärker eingeengt sind als nach außen gerichtete (Exophorie) (GUILINO, 1972). Nach innen gerichtete und vertikale Stellungsanomalien führen schneller und in stärkerem Maß zur Sehbehinderung. Abb. 13 zeigt, wie der Punkt bei orthophorer Einstellung binokular gesehen wird.

Mit dem Phorietest lassen sich die hyperopen akkommodativen Schieler frühzeitig erfassen.

Jede Fehlsichtigkeit fördert die Neigung zur Stellungsanomalie. Besonders deutlich kommt dies bei den Obersichtigen zum Ausdruck. Sie zeigen aufgrund der aufgewendeten Akkomodation, die zur Kompensation der Ametropie nötig ist, stets eine esophore Einstellung.

Abb. 13 : Phorie-Test: Leuchtrahmen und Punkt werden bei Normalstellung der Augen binokular so gesehen, wie in der Abbildung dargestellt.

ad γ): Zur Prüfung des stereoskopischen Sehens (= räumliche Tiefenwahrnehmung) werden Kasperle-Figuren (Abb.12) angeboten, von denen jeweils eine aus der Bildebene hervorgehoben erscheint. Da der mittlere Augenabstand etwa 63 mm beträgt, wird ein dreidimensionaler Gegenstand beiderseits etwas unterschiedlich abgebildet. Daraus ergibt sich eine geringfügige seitliche Verschiebung (Querdisparation) von Details des Bildes in einem Auge gegenüber dem anderen. Eine räumliche Tiefenwahrnehmung wird möglich.

Das Ausmaß der stereoskopischen Tiefenwahrnehmung wird mit Stereowinkeln ausgedrückt. Der Stereowinkel wächst proportional zum Augenabstand.

Die Tiefensehschärfe erreicht (v.TSCHERMAK-SEYSENEGG, 1947; SCHOBER, 1964) Werte von 5 - 10 Bogensekunden und übertrifft damit die gewöhnliche Sehschärfe. Eine Reihe wichtiger monokularer Informationen, wie die Verschiebung von Vorder-, Mittel- und Hintergrund gegeneinander, Licht- und Schattenverteilung, Perspektive und Größenvergleich mit bekannten Gegenständen trägt zusätzlich zur räumlichen Wahrnehmung bei. Auf diese Weise kann sogar der funktionell Einäugige eine beträchtliche Raumauffassung erreichen (GUILINO, 1972).

Der Stereotest dient, sofern er beim Sehen in die Ferne eingesetzt wird, nicht dazu, Aussagen über das räumliche Orientierungsvermögen zu machen, sondern als zusätzliche

1. Sehtest (R 5-Gerät) Datum .....

Sehschärfe ☐ mit ☐ ohne Brille

Sofern vorhanden, immer mit Brille prüfen!

1	rechtes Auge	Ferne	<0,15	0,15	0,3	0,5	0,7	1,0
2		Ferne + 1,5	<0,15	0,15	0,3	0,5	0,7	1,0
3		Nähe	<0,15	0,15	0,3	0,6	0,8	1,1
		Nr.	0	1	2	3	4	5
4	linkes Auge	Ferne	<0,15	0,15	0,3	0,5	0,7	1,0
5		Ferne + 1,5	<0,15	0,15	0,3	0,5	0,7	1,0
6		Nähe	<0,15	0,15	0,3	0,6	0,8	1,1

Phorie

ungefähre Lage des Punktes ankreuzen

hypo (3)

exo (2) ortho (1) eso (4)

hyper (5)

Stereosehen

	Nr.	2	3	4	5
2	fern	0'	6'	4	2'
	nah	0'	5'	3,5'	2'

Verdacht auf Sehstörungen ☐ nein ☐ ja

Facharzt-Überweisung ☐ nein ☐ ja

Abb. 14 : Testbogen zum R 5-Gerät

Kontrolle für das Binokular-Sehen. Anders verhält es sich bei der Nahsicht, bei der die Tiefenwahrnehmung wesentlich zur Information über die räumlichen Gegebenheiten beiträgt.

Bei Amblyopie, Anisometropie höheren Grades und größerem Anomaliewinkel kann es zu keiner guten Tiefensehschärfe kommen (GUILINO, 1972).

Die bei der Prüfung erhaltenen Ergebnisse können in ein Formular eingetragen werden, das zur Ausrüstung des R 5 - Gerätes gehört. Damit wird eine einfache und übersichtliche Beurteilung möglich (Abb. 14).

b) R 4 - Gerät

Das R 4 - Gerät (siehe Abb. 15) entspricht in seiner Optik dem R 5 - Gerät. Das Gerät wurde von der Fa. Rodenstock in Zusammenarbeit mit Prof. HELLBRÜGGE entwickelt.

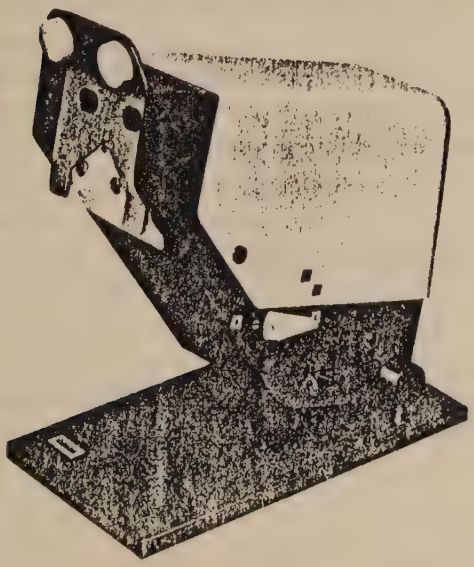


Abb. 15: Das R 4 - Gerät von Rodenstock

Für das R 4 - Gerät wurden kindgerechte Sehzeichen (nach HELLBRÜGGE) ausgearbeitet. Man will damit vor allem auch jüngere Kleinkinder - über die Möglichkeit bisher gebräuchlicher Sehzeichen hinaus - erfassen. (Auf die Bedeutung der Früherkennung und Frühbehandlung von Sehschwächen wurde unter I eingegangen.)

Kinderbücher und Kinderzeichnungen, die Sehprobentafeln von LÖHLEIN,

ferner Darstellungen von Kinderspielzeug und alltägliche, in der Natur vorkommende Objekte liegen den kindgerechten Sehzeichen zugrunde. Die Sehzeichen, von denen angenommen wurde, daß sie von Kleinkindern erkannt und richtig benannt werden konnten, wurden mit ausgewählten Gruppen von Kleinkindern mehrmals getestet (HELLBRÜGGE et al., 1968; HELLBRÜGGE et al., 1969; LAMBY und HELLBRÜGGE, 1977). Dabei zeigte sich, daß manche Zeichen zu schwer waren; sie entsprachen nicht dem Begriffsvermögen und dem Formensinn jüngerer Kleinkinder (HELLBRÜGGE et al., 1968). Als ungeeignet erwiesen sich Zeichen wie Fisch, Pferdekopf, Ringe; dagegen konnten die Zeichen Auto, Hund, Vogel von allen Kindern, auch den 2 - 3jährigen, richtig erkannt werden (HELLBRÜGGE et al., 1968). Zeichen, die nicht von mindestens 90% der 2 - 3jährigen Kinder erkannt wurden, wurden ausgeschieden (HELLBRÜGGE et al., 1969). Einige Testbilder wurden verändert und erneut geprüft. Auf diese Weise wurden schließlich 16 Sehzeichen für das R 4 - Gerät ausgewählt (siehe Abb. 16).

Die Normierung erfolgte in Anlehnung an das SNELLENsche Konstruktionsprinzip (HELLBRÜGGE et al., 1969; PAULMANN, 1971), demzufolge der Visus 1,0 erreicht ist, wenn zwei von-

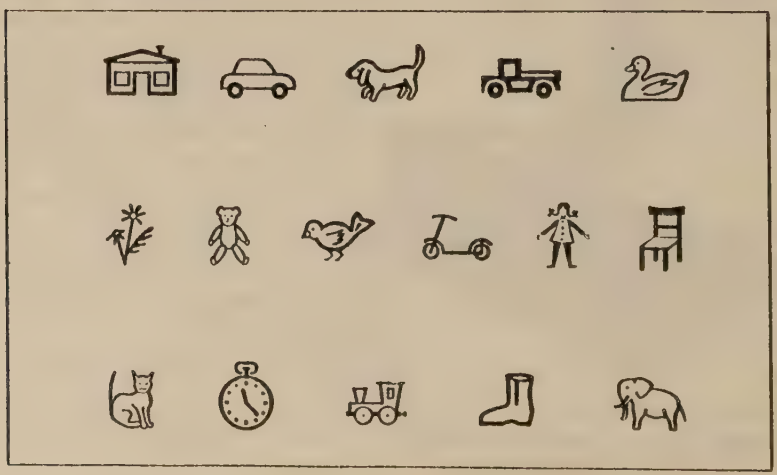


Abb. 16: Die im R 4 - Gerät verwendeten kindgerechten Sehzeichen (nach HELLBRÜGGE)

einander getrennte Punkte unter einem Sehwinkel von 1 Bogenminute erkannt werden können. Die Strichdicke der kindgerechten Sehzeichen ist konstant gleich breit und entspricht bei bestimmter Größe der Optotypen und bestimmtem Abstand des Betrachters diesen Bedingungen (HELLBROGGE et al., 1968; HELLBROGGE et al., 1969; PAULMANN, 1971).

Außerdem wurde die Form der Optotypen ungefähr dem Normzeichen der Visuseinheit (LANDOLT-Ring) angepaßt.

Auf fototechnischem Weg wurden Verkleinerungen der Sehzeichen angefertigt, die verschiedenen Visusstufen entsprachen. Dabei mußten die Sehzeichen - wie das auch für Buchstaben und Ziffern zutrifft - kleiner gehalten werden als der LANDOLT - Ring, damit gleiche Erkennbarkeit gegeben war (HELLBROGGE et al., 1969).

Mit dem R 4 - Gerät kann - ebenso wie mit dem R 5-Gerät - für die Ferne beidäugig und einäugig (unter binokularen Bedingungen) geprüft werden. Die Einblickblende ist auswechselbar und der geringeren kindlichen Pupillendistanz angepaßt.

Das Gerät ist ferner mit einer von außen verstellbaren Zeilenblende ausgestattet. Diese Blende ermöglicht die wahlweise Einstellung einzelner Optotypen-Zeilen. Pro Einstellung können 3 Zeilen gezeigt werden: Die obere Zeile gibt einen binokularen Seheindruck, die mittlere einen monokularen für das rechte und die untere Zeile einen monokularen Seheindruck für das linke Auge (Abb. 17). Pro Zeile werden nur zwei Sehzeichen geboten, damit das Kind nicht durch eine Vielzahl von dargebotenen Testbildern verwirrt wird.

Insgesamt werden 16 verschiedene Sehzeichen auf

Abb. 17: Testeinstellung beim R 4 - Gerät, wobei wahlweise nur eine Zeile gezeigt werden kann.

2 Testscheiben verwendet, wobei die einzelnen Zeichen öfter vorkommen können. Die Optotypen werden in 4 verschiedenen Größen gezeigt, die den Visusäquivalenten 0,3, 0,5, 0,7 und 1,0 entsprechen. Es sind pro Testscheibe 5 verschiedene Einstellungen möglich: In der ersten Testeinstellung erscheinen die Bilder unter einem Visus von 0,3, in der zweiten Einstellung unter einem Visus von 0,5. In Einstellung drei wird die Hälfte der Zeichen unter einem Visus von 0,5 gezeigt, die andere Hälfte unter einem Visus von 0,7. Die vierte Einstellung entspricht dem Visus 0,7 und die letzte dem Visus 1,0. Somit kann in den bei den Kindern am häufigsten vorkommenden Visusstufen 0,5 und 0,7 jeweils mit 3 verschiedenen Testzeichen geprüft werden, während bei den anderen Visusstufen jeweils 2 verschiedene Testzeichen zur Verfügung stehen. Da zwei Testscheiben vorhanden sind, verdoppelt sich die Anzahl der in jeder Visusstufe vorhandenen Optotypen.

In den bei Kindern ab 4. Lebensjahr zur Diskrimination - noch rechtsichtig oder bereits fehlsichtig - entscheidenden Visusstufen 0,5 und 0,7 stehen somit 6 Sehzeichen (binokular 6, rechtes Auge 6, linkes Auge 6) zur Verfügung. Fehlnennungen des einen oder anderen Sehzeichens, die nicht durch Fehlsichtigkeit, sondern durch mangelnde Vertrautheit mit einzelnen Sehzeichen oder andere äußere Faktoren bedingt sind, fallen somit weniger ins Gewicht.

Bei Verwendung beider Testscheiben und bei jeweils 5 Einstellungen können insgesamt 60 Testbilder gezeigt werden.

Seit einiger Zeit bietet die Herstellerfirma das R 5 - Gerät mit den kindgerechten Sehzeichen des R 4 - Gerätes an. Es kann somit jetzt die Sehschärfe beim R 5 - Gerät wahlweise mit dem E - Haken und/oder den kindgerechten Sehzeichen geprüft werden.

(V) EIGENE UNTERSUCHUNGEN

a) Augen-Screening-Untersuchung im Rahmen des sozial-medizinischen Programms Gilching (Prof. HELLBRÜGGE)

Im ersten Halbjahr 1973 wurde in der Gemeinde Gilching (8.000 Einwohner), 15 km westlich von München gelegen, eine großangelegte sozial-medizinische Modelluntersuchung unter Leitung von Prof. HELLBRÜGGE, München, durchgeführt. Träger dieser Untersuchung war die Forschungsstelle für soziale Pädiatrie der Universität München, in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung.

Es wurden Vorschulkinder der Jahrgänge 1966 - 1969 einer medizinischen und psychologischen Felduntersuchung unterzogen. Diese umfaßte neben einer eingehenden medizinischen und psychologischen Anamnese eine internistische, neurologische und audiometrische Untersuchung, eine Sehtestung, ferner eine Echoenzephalographie, eine Röntgenaufnahme der Handwurzelknochen, eine psychometrische und MCP-Untersuchung, sowie einen Test auf Sprachstörung und eine umfangreiche kinderpsychologische Testung.

Ziel dieser Felduntersuchung war, kindliche Behinderungen bzw. Funktionsstörungen in den genannten Bereichen möglichst früh zu erkennen und im Anhaltefall einer fachärztlichen Abklärung und/oder Behandlung zuzuführen, da viele Störungen bei einer Behandlung im frühen Kindesalter bessere Heilungsaussichten bieten und sich damit dem Kind bessere Chancen für seine weitere Entwicklung eröffnen.

Als weitere Zielsetzung sollten die einzelnen Vorsorgeuntersuchungen auf ihre Brauchbarkeit bei größeren Kollektiven geprüft werden.

Im Rahmen dieser Feldstudie war meine Aufgabe, eine Augen-Screening-Untersuchung bei Kindern im Vorschulalter durchzuführen. Die Untersuchung wurde mit den unter Abschnitt IV a und b beschriebenen Sehtestgeräten R 5 und R 4 der Firma Rodenstock/München als vergleichende Sehschärfeprüfung durchgeführt.

Hierbei wurden nicht nur die Kinder der beiden örtlichen Kindergärten erfaßt, sondern auch alle übrigen 3 - 6jährigen Kinder des Ortes, soweit sie nach schriftlicher Einladung von den Eltern gebracht wurden. Insgesamt wurden 266 Kinder mit dem Gerät R 5 getestet, 273 Kinder mit dem Gerät R 4. Die geringfügige zahlenmäßige Abweichung

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	Anzahl der untersuchten Kinder	
	R 5	R 4
1969	37	43
1968	84	85
1967	103	103
1966	42	42

Tabelle 1: Altersgliederung der untersuchten Kinder

kam dadurch zustande, daß manche Kinder nicht an einem Tag mit beiden Geräten getestet werden konnten und bei der Wiederholungsuntersuchung nicht mehr erschienen oder einzelne Kinder mit einem Gerät grundsätzlich nicht testbar waren. Die Altersgliederung der untersuchten Kinder zeigt Tabelle 1.

Da die Untersuchungen im ersten Halbjahr 1973 durchgeführt wurden, waren die Kinder des Jahrgangs 1969 ungefähr 3 - 4 Jahre alt, des Jahrgangs 1968 etwa 4 - 5, die 1967 Geborenen ungefähr 5 - 6 und die des Jahrgangs 1966 älter als 6 Jahre. Sämtliche Kinder, auch die über 6jährigen, waren noch nicht schulpflichtig.

Tabelle 2 zeigt die geschlechtsspezifische Gliederung der untersuchten Kinder.

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	R 5			R 4		
	N	m	w	N	m	w
1969	37	22	15	43	22	21
1968	84	47	37	85	47	38
1967	103	57	46	103	57	46
1966	42	24	18	42	24	18
Insgesamt	266	150	116	273	150	123

Tabelle 2: Geschlechtsspezifische Gliederung der untersuchten Kinder
N = Anzahl der untersuchten Kinder;
m = Jungen; w = Mädchen

b) Versuchsanordnung

Der Teil der Kinder, der die örtlichen Kindergärten besuchte, wurde im jeweiligen Kindergarten getestet, bei allen anderen Kindern im Vorschulalter wurden die Eltern angeschrieben und zur Untersuchung eingeladen. Die Untersuchung dieser Kinder fand in der Grund- und Hauptschule des Ortes statt.

Im einzelnen wurde jedes Kind einer vergleichenden Sehschärfeprüfung mit den Sehtestgeräten R 5 und R 4 unterzogen. Sowohl mit dem R 5 - Gerät als auch mit dem Gerät R 4, wurde monokular für rechtes und linkes Auge der Fernvisus getestet; mit dem R 5 - Gerät war eine zusätzliche Prüfung der Nahsehschärfe möglich, das Gerät R 4 erlaubte darüberhinaus eine Prüfung des Binokularsehens. Beide Untersuchungen wurden durchgeführt. Ergänzend hierzu wurden die Möglichkeiten des Gerätes R 5 ausgeschöpft und mit diesem Gerät die Phorie, das Simultan- und das Stereosehen geprüft. Ferner wurde der Fernvisus mit einer vorgeschalteten Pluslinse von 1,5 dptr. getestet (zur Erkennung der hyperopen Akkomodationsschieler).

Zuerst wurde mit dem R 5 - Gerät getestet, bei dem der E - Haken zur Sehschärfeprüfung verwendet wird und das Kind die Richtung des gesehenen Prüfzeichens angeben muß. Die Kinder hatten hierzu ein Prüfzeichen neben sich auf dem Tisch liegen, das in die Richtung des gesehenen Zeichens gedreht werden mußte.

Vorher wurden die Kinder eingewiesen; hierbei wurde auf die Bedürfnisse der Kleinkinder besonders Rücksicht genommen. Der abstrakte Symbolcharakter des E - Hakens bereitete vielen Kindern, insbesondere den jüngeren, Schwierigkeiten. Soweit das Kind das Prüfzeichen nicht spontan als E erkennen konnte, wurde es gefragt, was das Zeichen denn darstelle. Es kamen Antworten wie Haus, Garage, Brücke u.ä. Wurde vom Kind keine Antwort gegeben, wurden ihm vom Unter-

sucher einzelne Begriffe, wie erwähnt, angeboten. Nicht selten akzeptierte dann das Kind einen der Begriffe. Im Verlauf der Untersuchung wurde dann nur mehr der vom Kind spontan angegebene oder akzeptierte Begriff verwendet.

Schwierigkeiten bereiteten den Kindern oft auch die Seitenbezeichnungen "rechts" und "links". Bei der Untersuchung verwendete ich nie diese Begriffe, sondern forderte die Kinder auf zu prüfen, ob das am Tisch liegende Zeichen mit dem im Gerät gesehenen Zeichen genau übereinstimme.

Bei der Testung mit dem R 4 - Gerät, bei dem die kindgerechten Sehzeichen Verwendung finden, wurde eine kurze Vorprüfung durchgeführt. Die im Sehtestgerät verwendeten Zeichen wurden den Kindern gezeigt. Es wurde geprüft, ob den Kindern für die gezeigten Zeichen Begriffe zur Verfügung standen. Soweit ein Kind für einzelne Zeichen abweichende Begriffe angab (z.B. für Puppe Mutter oder Mädchen), wurden diese Begriffe - bei konstanter Benennung - in der Untersuchung als richtig anerkannt. Konnte ein Kind ein Zeichen nicht benennen, wurde dieses Zeichen erklärt und mehrmals mit dem Kind eingeübt . Auf diese Weise konnten alle Kinder ausnahmslos die angebotenen Zeichen benennen.

Um das Vertrauen der Kinder zu gewinnen, wurde versucht, eine gelockerte Atmosphäre zu schaffen; die einzelnen Kinder, besonders die jüngeren, sollten nicht den Eindruck haben, sie hätten sich jetzt einer Prüfung zu unterziehen oder sie müßten eine besondere Leistung erbringen. Das Sehtestgerät wurde z.B. den kleineren Kindern als Fernsehapparat vorgestellt; die Kinder wurden zum Hineinsehen animiert. So wurde den Kindern die Scheu vor den ungewohnten Geräten genommen. Bei der Vorprüfung mit den kindgerechten Sehzeichen wurden die Sehzeichen wie Spielkarten oder interessante Bil-

der vorgestellt und die Kinder zur zwanglosen Benennung aufgefordert.

Bei kleineren oder ängstlichen Kindern erwies es sich oft als vorteilhaft, wenn eine ihnen vertraute Person, wie Mutter oder Kindergärtnerin, anwesend war; die Kinder gewannen dadurch an Sicherheit.

Der Untersuchungsraum war jeweils etwas abgedunkelt, um die Adaptation bei der Prüfung nicht zu erschweren. Um Störungen und Ablenkung durch andere Kinder zu vermeiden, war bei der Untersuchung jeweils nur ein Kind im Untersuchungsraum.

Die Prüfung mit den beiden Sehtestgeräten wurde in der Regel an einem Tag durchgeführt. War ein Kind mit einem Gerät (oder mit beiden Geräten) nicht testbar, wurde die Prüfung zu einem anderen Zeitpunkt wiederholt.

Erreichte ein Kind die für 3 - 6jährige normale Sehschärfe (siehe VI a) nicht, wurden die Eltern benachrichtigt, mit dem Kind einen Augenarzt aufzusuchen. Gleichzeitig wurden die Eltern um schriftliche Rückmeldung auf einem vorgedruckten Fragebogen gebeten. Die Augenärzte wurden telefonisch um eine kurze Diagnose ersucht.

(VI) ERGEBNISSE

a) Die für 3 - 6jährige normale Sehschärfe und die daraus resultierenden Anhaltewerte

Bevor die Ergebnisse der durchgeführten Augen-Screening-Untersuchung beschrieben werden, muß auf die für 3 - 6jährige normale Sehschärfe eingegangen werden. Sie weicht von der Sehschärfe der Erwachsenen ab. Entsprechend unterscheiden sich die Anhaltewerte (= Prüfergebnis, bei dem der Verdacht auf nicht ausreichende Sehschärfe vorliegt) für Erwachsene und Kinder in diesem Alter.

Während bei Erwachsenen der Visus 1,0 je Auge als normal gilt und mit diesem Visus die üblichen Sehanforderungen des Alltags erfüllt werden können (GUILINO, 1972), gilt für 3 - 6jährige ein Visus von 0,7 noch als normal, während ein Wert unter 0,7 als nicht ausreichend angesehen wird (GUILINO, 1968; MEINERT, 1969; PAULMANN, 1971; SCHIRM et al., 1979; SIMONI, 1969).

Die Sehschärfe erreicht von der Geburt bis zum 2. Lebensjahr einen Wert von etwa 0,3; bei 3 - 6jährigen steigt der Visus weiter beträchtlich an, erreicht aber in der Regel nicht ganz den Wert 1,0, so daß allgemein ein Visus von 0,7 in diesem Alter noch als normal gewertet wird.

Dementsprechend wurden in der vorliegenden Untersuchung alle Kinder mit einem einäugigen Fernvisus von weniger als 0,7 angehalten. Bei den verwendeten Sehtestgeräten war die nächstniedrige Prüfstufe jeweils 0,5, so daß dieser Wert, in Obereinstimmung mit den Angaben der Herstellerfirma

und der allgemeinen Prüfpraxis (GUILINO, 1968; SCHILDWÄCHTER, 1968; SCHIRM et al., 1979), als Anhaltewert galt. Kinder, die bereits eine Brille hatten, wurden mit Brille getestet.

Bei der Betrachtung und Auswertung der Ergebnisse muß stets die von Erwachsenen differente Sehschärfe der 3 - 6jährigen im Auge behalten werden.

b) Vergleich der Anwendbarkeit der Geräte R 4 und R 5 bei 3 - 6jährigen Kindern

Für die Untersuchung, ob ein Kind mit einem Gerät prüfbar ist oder nicht, wurde folgendes Kriterium festgelegt: Als anwendbar wurde ein Gerät angesehen, wenn mindestens 50% der angebotenen Sehzeichen testbar waren, wobei sich die Testbarkeit auf beide Augen erstrecken mußte. Waren 50% der Zeichen testbar, aber nur mit einem Auge, während mit dem anderen Auge keine Zeichen testbar waren, wurde das Kind als nicht testbar eingestuft. War ein Kind erstmals mit einem Gerät nicht testbar, wurde es zu einem anderen Zeitpunkt einbestellt. Erst wenn es bei erneuter Prüfung das erwähnte Kriterium nicht erfüllte, wurde es als Testversager eingestuft.

Insgesamt waren 282 Kinder anwesend. Hiervon waren mit dem Gerät R 5 266 Kinder testbar, mit dem Gerät R 4 273 Kinder. In Prozentzahlen ergibt das: R 5 = 94,3%, R 4 = 96,8%. Oder negativ ausgedrückt: Mit dem R 5 - Gerät waren 5,7% der Kinder nicht testbar, mit dem R 4 - Gerät 3,2%.

Die altersspezifische Gliederung zeigen die Tabellen 3 und 4.

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	anwesende Kinder	testbar	nicht testbar
1969	46	37 = 80,4 %	9 = 19,6 %
1968	87	84 = 96,6 %	3 = 3,4 %
1967	106	103 = 97,2 %	3 = 2,8 %
1966	43	42 = 97,7 %	1 = 2,3 %

Tabelle 3: Altersspezifische Gliederung der Anwendbarkeit des Gerätes R 5

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	anwesende Kinder	testbar	nicht testbar
1969	46	43 = 93,5 %	3 = 6,5 %
1968	87	85 = 97,7 %	2 = 2,3 %
1967	106	103 = 97,2 %	3 = 2,8 %
1966	43	42 = 97,7 %	1 = 2,3 %

Tabelle 4: Altersspezifische Gliederung der Anwendbarkeit des Gerätes R 4

Dabei zeigte sich, daß vor allem in der Altersstufe der 3 - 4 jährigen (Jahrgang 1969), also bei den jüngsten geprüften Kindern, das Gerät R 4 häufiger anwendbar war als das Gerät R 5 (6,3 % Testversager bei R 4 gegenüber 19,6 % bei R 5).

Dieser Unterschied in der Anwendbarkeit der beiden Geräte beim Jahrgang 1969 war auch im χ^2 - Test[1)] statistisch

---

1) Der χ^2 - Test, der bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse dieser Arbeit verwendet wurde, ist ein Häufigkeits-Signifikanztest, bei dem die Häufigkeit des Eintretens oder Nicht-Eintretens eines Ereignisses bei 2 Stichproben miteinander verglichen wird (deshalb auch Zweistichprobentest genannt) (OPPEL und ROGER, 1975). Hierbei sind die beiden Begriffe Null-Hypothese und Alternativ-Hypothese von Bedeutung. Die Null-Hypothese im obigen Fall würde lauten: Das Gerät R 5 ist weniger häufig anwendbar als das Gerät R 4 (oder R 4 häufiger als R 5). Mit der gleichen Methode ließe sich auch ein eventuelles Oberwiegen des R 5 - Gerätes ermitteln.

Der Test wird nach folgendem Schema durchgeführt:

	Das Ereignis tritt ein	nicht ein	
1. Stichprobe	a	c	n
2. Stichprobe	b	d	m
	r	s	N

Hierbei bedeuten:

a = Anzahl des Auftretens des Ereignisses in der ersten Stichprobe
b = Anzahl des Auftretens des Ereignisses in der zweiten Stichprobe
n = Gesamtzahl des Auftretens und des Nichtauftretens des Ereignisses in der ersten Stichprobe
m = Gesamtzahl des Auftretens und des Nichtauftretens des Ereignisses in der zweiten Stichprobe
c = n - a
d = m - b
r = a + b
s = c + d
N = n + m

-/-

signifikant. Es wurde ein χ^2 - Wert von 3,45 gefunden (bei q = 2,706 und einem Signifikanz-Niveau von $\alpha = 0,1$).

Bei den Jahrgängen 1968, 1967 und 1966 bestand in der Anwendbarkeit der beiden Geräte kein statistisch signifikanter Unterschied.

χ^2 wird wie folgt berechnet:

$$\chi^2 = \frac{(a.d - b.c)^2 . N}{n . m . r . s}$$

Für die Werte des χ^2 gibt es bei verschiedener Irrtumswahrscheinlichkeit (Signifikanz-Niveau α) Tabellen. Bleibt der jeweils errechnete Wert von χ^2 unter dem (bei dem entsprechenden Signifikanz-Niveau) angegebenen tabellarischen Wert q, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Stichproben (Null-Hypothese), liegt der Wert darüber, ist ein signifikanter Unterschied vorhanden (Alternativ-Hypothese).

Tabelle 5 zeigt die geschlechtsspezifische Gliederung der Testversager bei der Prüfung mit den Geräten R 4 und R 5.

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	N	R 5			R 4		
		n	m	w	n	m	w
1969	46	9	3	6	3	3	-
1968	87	3	1	2	2	1	1
1967	106	3	3	-	3	3	-
1966	43	1	1	-	1	1	-

Tabelle 5: Nichtanwendbarkeit der Geräte R 5 und R 4:
Geschlechtsspezifische Gliederung
N = Anzahl der anwesenden Kinder
n = Anzahl der nicht testbaren Kinder
m = Jungen; w = Mädchen

Während bei den Kindern der Geburtsjahrgänge 1966 und 1967 kein geschlechtsspezifischer Unterschied in der Anwendbarkeit der beiden Geräte zu ermitteln war und bei den Kindern des Geburtsjahrgangs 1968 sich lediglich in einem Fall eine unterschiedliche Anwendbarkeit ergab, waren bei den 3 - 4jährigen (Jahrgang 1969) mit dem R 5-Gerät 6 Mädchen nicht testbar, während mit dem R 4 - Gerät alle Mädchen getestet werden konnten. Ob es sich hier nur um einen Zufall handelt oder nicht, müßten weitere Untersuchungen an einem größeren Kollektiv zeigen.

c) Vergleich der mit den kindertümlichen Sehzeichen nach HELLBROGGE (R 4) und dem E-Haken nach PFLOGER (R 5) ermittelten Visuswerte

Um eine gute Vergleichbarkeit der mit den beiden Geräten ermittelten Visuswerte zu erhalten, wurden diejenigen Kinder ausgesondert, die nur mit einem Gerät prüfbar waren. Bei den unter diesem Abschnitt mitgeteilten Ergebnissen handelt es sich somit um ein absolut identisches Kollektiv.

Es blieben 265 Kinder, die mit beiden Geräten testbar waren. Die Tabellen 6 - 9 zeigen die ermittelten Visusstufen bei Prüfung mit den Geräten R 4 und R 5.

Hierbei wurde beim R 4 - Gerät folgendes Abbruchkriterium gewählt: Wurden mehr als 1/3 der angebotenen Sehzeichen nicht erkannt, wurde diese Visusstufe als nicht erkannt gewertet (v.BENDA, 1971). - Beim R 5 - Gerät erübrigt sich die Festlegung eines Abbruchkriteriums, da pro Visusstufe ohnehin nur ein Prüfzeichen in einer bestimmten Stellung gezeigt wird.

Beim Vergleich der ermittelten Visuswerte zeigte sich, daß in der Visusstufe 1,0 mit dem R 4 - Gerät wesentlich bessere Ergebnisse erreicht wurden als mit dem Gerät R 5. Der Unterschied ist statistisch signifikant:
Rechtes Auge $\chi^2 = 6{,}48$; linkes Auge $\chi^2 = 8{,}58$;
$q = 3{,}841$ bei einem Signifikanzniveau $\alpha = 0{,}05$.

Bei den übrigen Visusstufen ergab sich zwischen beiden Geräten kein statistisch signifikanter Unterschied.

R 5 - Gerät

Rechtes Auge

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	unter-suchte Kinder	0,3		0,5		0,7		1,0	
		n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.
1969	36	2	34	5	31	8	28	22	14
1968	84	1	83	3	81	10	74	43	41
1967	103	-	103	5	98	13	90	47	56
1966	42	-	42	3	39	4	38	16	26
Summe	265	3	262	16	249	35	230	128	137

Tabelle 6: Die ermittelten Visusstufen bei Prüfung mit dem Gerät R 5, rechtes Auge;

n.e. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe nicht erkannt haben

erk. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe erkannt haben

R 5 - Gerät

Linkes Auge

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	unter-suchte Kinder	0,3		0,5		0,7		1,0	
		n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.
1969	36	2	34	4	32	5	31	29	7
1968	84	1	83	2	82	5	79	41	43
1967	103	-	103	6	97	10	93	39	64
1966	42	-	42	4	38	5	37	13	29
Summe	265	3	262	16	249	25	240	122	143

Tabelle 7: Die ermittelten Visusstufen bei Prüfung mit dem Gerät R 5, linkes Auge;

n.e. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe nicht erkannt haben

erk. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe erkannt haben

R 4 - Gerät

Rechtes Auge

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	untersuchte Kinder	0,3		0,5		0,7		1,0	
		n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.
1969	36	3	33	5	31	7	29	23	13
1968	84	2	82	2	82	9	75	30	54
1967	103	2	101	2	101	11	92	35	68
1966	42	1	41	2	40	4	38	11	31
Summe	265	8	257	11	254	31	234	99	166

Tabelle 8: Die ermittelten Visusstufen bei Prüfung mit dem Gerät R 4, rechtes Auge;

n.e. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe nicht erkannt haben;

erk. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe erkannt haben

R 4 - Gerät

Linkes Auge

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	unter-suchte Kinder	0,3		0,5		0,7		1,0	
		n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.	n.e.	erk.
1969	36	1	35	3	33	7	29	17	19
1968	84	-	84	1	83	6	78	29	55
1967	103	2	101	5	98	9	94	30	73
1966	42	1	41	2	40	6	36	13	29
Summe	265	4	261	11	254	28	237	89	176

Tabelle 9: Die ermittelten Visusstufen bei Prüfung mit dem Gerät R 4, linkes Auge;

n.e. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe nicht erkannt haben;

erk. = Anzahl der Kinder, die die angegebene Visusstufe erkannt haben

d) Vergleich der mit den Geräten R 4 und R 5 angehaltenen Kinder

Wie unter Abschnitt V b erwähnt, wurden alle Kinder mit einem einäugigen Fernvisus von 0,5 und darunter angehalten. Hierbei wurden mit dem Gerät R 5 unter 266 untersuchten Kindern 42 Kinder mit Anhaltewerten gefunden (= 15,8 %); mit dem Gerät R 4 wurden unter 273 untersuchten Kindern 41 Kinder mit Anhaltewerten ermittelt (= 15 %).

Tabelle 10 zeigt die altersspezifische Gliederung der Kinder mit Anhaltewerten.

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	R 5			R 4		
	n	a	g	n	a	g
1969	37	10	27	43	10	33
1968	84	11	73	85	11	74
1967	103	16	87	103	14	89
1966	42	5	37	42	6	36
Summe	266	42	224	273	41	232

Tabelle 10: Altersspezifische Gliederung der Kinder mit Anhaltewerten
n = Anzahl der untersuchten Kinder
a = Anzahl der Kinder mit einem Visuswert von 0,5 und schlechter
g = Anzahl der Kinder mit einem Visuswert von 0,7 und besser

Dabei zeigte sich, daß weder in der Gesamtzahl, noch in den einzelnen Jahrgängen, ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen beiden Geräten bezüglich der Anzahl der angehaltenen Kinder vorliegt.

Die Tabellen 11 und 12 zeigen, wieviele Kinder auf beiden Augen eine ungenügende Sehschärfe hatten und wieviele mit einem Auge über den Anhaltewert nicht hinauskamen.

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	n	bei	re	li
1969	37	5	4	1
1968	84	4	6	1
1967	103	8	5	3
1966	42	4	-	1
Summe	266	21	15	6

Tabelle 11: R 5 - Gerät: Darstellung, wieviele Kinder auf beiden Augen oder mit einem Auge eine ungenügende Sehschärfe hatten

n = Anzahl der untersuchten Kinder;
bei = Anzahl der Kinder, die auf beiden Augen eine ungenügende Sehschärfe hatten;
re = Anzahl der Kinder, die auf dem rechten Auge eine ungenügende Sehschärfe hatten;
li = Anzahl der Kinder, die auf dem linken Auge eine ungenügende Sehschärfe hatten

Geburtsjahrgang der untersuchten Kinder	n	bei	re	li
1969	43	6	2	2
1968	85	4	5	2
1967	103	6	5	3
1966	42	4	-	2
Summe	273	20	12	9

Tabelle 12: R 4 - Gerät: Darstellung, wieviele Kinder auf beiden Augen oder mit einem Auge eine ungenügende Sehschärfe hatten

n = Anzahl der untersuchten Kinder;
bei = Anzahl der Kinder, die auf beiden Augen eine ungenügende Sehschärfe hatten;
re = Anzahl der Kinder, die auf dem rechten Auge eine ungenügende Sehschärfe hatten;
li = Anzahl der Kinder, die auf dem linken Auge eine ungenügende Sehschärfe hatten

e) Angehaltene Kinder und weitere Maßnahmen

Insgesamt wurden 56 Kinder angehalten. Diese Zahl differiert mit den in Tabelle 10 angegebenen Zahlen der Kinder mit Anhaltewerten.

Der Unterschied kam dadurch zustande, daß die mit jeweils einem Gerät angehaltenen Kinder nicht immer identisch waren. Es ergab sich somit für beide Geräte zusammen eine höhere Anzahl (z.B. 13 angehaltene Kinder des Jahrgangs 69), während mit jeweils einem Gerät allein etwas weniger Kinder angehalten wurden (in der Jahrgangsstufe 1969 j e 10 Kinder).

Es konnte hiernach für den Jahrgang 1969 eine Berechnung der Copositivität (Grad der Obereinstimmung zwischen der Zahl auffälliger Kinder bei Testung mit R 4-Gerät und bei Testung mit R 5-Gerät) und der Conegativität (Grad der Obereinstimmung bei gesunden Kindern) erfolgen.

		R 5 - Gerät (E-Haken) +	R 5 - Gerät (E-Haken) Ø	Summe
R 4 - Gerät (kindertümliche Sehzeichen)	+	7	3	10
	Ø	3	24	27
Summe		10	27	37

+ = auffälliger Befund
Ø = unauffälliger Befund

Tabelle 13: Vergleich der Visus-Screening-Methoden anhand Testung mit R 4 (kindertümliche Sehzeichen) und mit R 5 (E-Haken) für den Geburtsjahrgang 1969.

Die Berechnung ergab eine Copositivität von 70%, d.h. 70% der mit dem Gerät R 4 auffälligen Kinder waren auch mit dem R 5 - Gerät auffällig, dagegen ergab sich eine Conegativität von 90%, also eine Obereinstimmung bei den gesunden Kindern von 90%. Dieses Ergebnis deckt sich gut mit den Angaben in der Literatur (SCHIRM et al., 1979).

Während bei Anwendung des Gerätes R 5 15,8% und beim Gerät R 4 15,0% der untersuchten Kinder auffällig waren, ergab sich für beide Geräte zusammen ein Anteil von 20,8%. Zur Ermittlung des Prozentanteils wurde hier das arithmetische Mittel zwischen der Anzahl der mit den Geräten R 5 und R 4 untersuchten Kinder genommen (= 269,5); (mit dem R 5 - Gerät wurden 266, mit dem R 4 - Gerät 273 Kinder untersucht.).

Obwohl sich bei Anwendung beider Geräte eine höhere Anhaltezahl ergab als bei Prüfung mit je einem Gerät, ist dieser Unterschied statistisch nicht signifikant (bezogen auf den χ^2-Test, der bei sämtlichen Signifikanzuntersuchungen dieser Arbeit verwendet wurde).

Die Eltern der angehaltenen Kinder (siehe Tabelle 13) wurden aufgefordert, ihre Kinder einer augenärztlichen Untersuchung zuzuführen. Etwa 4 Monate nach der Screening-Untersuchung wurden an die betroffenen Eltern Fragebogen versandt, in denen um Auskunft gebeten wurde, ob das Kind beim Augenarzt war (und bei welchem), ob es eine Brille verordnet bekommen habe oder ob andere augenärztliche Maßnahmen durchgeführt worden seien.

Von den 56 ausgesandten Fragebogen kamen 27 beantwortet zurück. Dabei ergab sich folgendes: 20 Kindern wurde eine Brille verordnet, ein Kind wurde zunächst ohne Brille einer Strabismus-Behandlung unterzogen. Bei 3 Kindern wurde neben einer Brillenverordnung eine zusätzliche Strabismusbehandlung begonnen. Bei 3 Kindern war eine Brillenkorrektur oder sonstige Behandlung noch nicht erforderlich, aber eine spätere augenärztliche Kontrolle vorgesehen. 3 Kinder waren nicht beim Augenarzt gewesen.

Nach telefonischer Rücksprache mit den behandelnden Augenärzten ergaben sich für die 24 den Augenärzten vorgestellten Kinder die in Tabelle 14 zusammengefaßten Diagnosen. Die Tabelle zeigt auch die eingeleiteten Behandlungsmaßnahmen.

DIAGNOSE	BEHANDLUNGSMASSNAHMEN			
	Brillen-verordnung	Brillenver-ordnung + zusätzliche Strabismus-behandlung	nur Strabismus-behandlung	zunächst keine augenärztliche Behandlung, aber kontroll-bedürftig
Hyperopie	-	-	-	2
Hyperopie + Strabismus	13	-	-	-
Hyperopie + Esophorie	2	-	-	-
Hyperopie + Strabismus + Esophorie	1	-	-	-
Hyperopie + Linsen-trübung	1	-	-	-
Myopie	-	-	-	1
Strabismus, noch ohne stärkere Begleitamblyopie	-	-	1	-
Strabismus mit Begleit-amblyopie	-	3	-	-
Summe	17	3	1	3

Tabelle 14: Diagnose und Behandlungsmaßnahmen der angehaltenen Kinder, soweit eine RÜck-meldung erfolgte

f) Anhang: Vergleich der Erkennbarkeit der einzelnen kindgerechten Sehzeichen mit dem E - Haken

Als letztes wurden die kindgerechten Sehzeichen nach rechtem und linkem Auge getrennt und nach Visusstufen gestaffelt mit dem E - Haken verglichen. Dabei wurde die Erkennbarkeit der kindgerechten Sehzeichen mit der des E - Hakens in Beziehung gesetzt und mittels des χ^2 - Tests auf signifikante Unterschiede hin untersucht. Bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ ergibt sich für q ein Wert von 3,84, d.h. bei allen χ^2-Werten $> 3{,}84$ besteht ein signifikanter Unterschied bezüglich der Erkennbarkeit, während bei allen χ^2-Werten $< 3{,}84$ keine statistische Signifikanz vorhanden ist.

Diese Untersuchung brachte die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse (hierbei bedeutet: erk. = erkannt, n.e. = nicht erkannt).

Visus 0,3 - rechtes Auge

Blume erk.: 264; n.e.: 9;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 2{,}91$
Vogel erk.: 265; n.e.: 8;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 2{,}19$
Ente erk.: 265; n.e.: 8;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 2{,}19$
Stuhl erk.: 267; n.e.: 6;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 0{,}93$

Visus 0,3 - linkes Auge

Stuhl erk.: 272; n.e.: 1;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 1,03$
Roller erk.: 267; n.e. 6;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 0,93$
Haus erk.: 270; n.e.: 3;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 0,00$
Blume erk.: 267; n.e.: 6;	E - Haken erk.: 263; n.e.: 3;	$\chi^2 = 0,93$

Visus 0,5 - rechtes Auge

Stiefel erk.: 261; n.e. 12;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,72$
Roller erk.: 259; n.e. 14;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,20$
Teddybär erk.: 256; n.e.: 17;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,01$
Elefant erk.: 262; n.e.: 11;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 1,12$
LKW erk.: 260; n.e.: 13;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,42$
Vogel erk.: 244; n.e.: 29;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 3,74$

Visus 0,5 - linkes Auge

Lokomotive erk.: 260; n.e.: 13;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,42$
Elefant erk.: 259; n.e.: 14;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,20$
Vogel erk.: 248; n.e.: 25;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 1,89$
Roller erk.: 259; n.e.: 14;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,20$
Puppe erk.: 260; n.e.: 13;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,42$
Stuhl erk.: 256; n.e.: 17;	E - Haken erk.: 250; n.e.: 16;	$\chi^2 = 0,01$

Visus 0,7 - rechtes Auge

Ente erk.: 243; n.e.: 30;	E - Haken erk.: 230; n.e.: 36;	$\chi^2 = 0,81$
Uhr erk.: 243; n.e.: 30;	E - Haken erk.: 230; n.e.: 36;	$\chi^2 = 0,81$
Katze erk.: 205; n.e.: 68;	E - Haken erk.: 230; n.e.: 36;	$\chi^2 = 11,19$
Puppe erk.: 248; n.e.: 25;	E - Haken erk.: 230; n.e.: 36;	$\chi^2 = 2,57$
Hund erk.: 233; n.e.: 40;	E - Haken erk.: 230; n.e.: 36;	$\chi^2 = 0,14$

Stiefel erk.: 232; n.e.: 41;	E - Haken erk.: 230; n.e.: 36;	$\chi^2 = 0,24$

Visus 0,7 - linkes Auge

Blume erk.: 239; n.e.: 34;	E - Haken erk.: 240; n.e.: 26;	$\chi^2 = 0,98$
Auto erk.: 234; n.e.: 39;	E - Haken erk.: 240; n.e.: 26;	$\chi^2 = 2,59$
Hund erk.: 226; n.e.: 47;	E - Haken erk.: 240; n.e.: 26;	$\chi^2 = 6,37$
Ente erk.: 245; n.e.: 28;	E - Haken erk.: 240; n.e.: 26;	$\chi^2 = 0,04$
Vogel erk.: 217; n.e.: 56;	E - Haken erk.: 240; n.e.: 26;	$\chi^2 = 12,04$
Uhr erk.: 242; n.e.: 31;	E - Haken erk.: 240; n.e.: 26;	$\chi^2 = 0,36$

Visus 1,0 - rechtes Auge

Stiefel erk.: 174; n.e.: 99;	E - Haken erk.: 139; n.e.: 127;	$\chi^2 = 7,29$
Lokomotive erk.: 170; n.e.: 103;	E - Haken erk.: 139; n.e.: 127;	$\chi^2 = 5,52$
Elefant erk.: 198; n.e.: 75;	E - Haken erk.: 139; n.e.: 127;	$\chi^2 = 23,62$
Haus erk.: 181; n.e.: 92;	E - Haken erk.: 139; n.e.: 127;	$\chi^2 = 11,01$

Visus 1,0 - linkes Auge

Haus erk.: 183; n.e.: 90;	E - Haken erk.: 143; n.e.: 123;	$\chi^2 = 9,93$
Ente erk.: 205; n.e.: 68;	E - Haken erk.: 143; n.e.: 123;	$\chi^2 = 26,79$
Lokomotive erk.: 179; n.e.: 94;	E - Haken erk.: 143; n.e.: 123;	$\chi^2 = 7,81$
Teddybär erk.: 199; n.e.: 74;	E - Haken erk.: 143; n.e.: 123;	$\chi^2 = 21,27$

Die vorgenannten Ergebnisse zeigen folgende Auffälligkeiten:

In der Visusstufe 0,7 wurden mit dem rechten Auge die Katze ($\chi^2 = 11,19$) und mit dem linken Auge Hund ($\chi^2 = 6,37$) und Vogel ($\chi^2 = 12,04$) signifikant schlechter erkannt als der E - Haken.

In der Visusstufe 1,0 wurden dagegen alle kindgerechten Sehzeichen, sowohl mit dem rechten, als auch linken Auge, hochsignifikant besser gesehen als der E - Haken.

In allen anderen Visusstufen, insbesondere den zur Diskrimination zwischen recht- und fehlsichtig wichtigen Visusstufen 0,5 und 0,7, bestanden bis auf die erwähnten Ausnahmen hinsichtlich der Erkennbarkeit zwischen E - Haken und kindgerechten Sehzeichen keine signifikanten Unterschiede.

(VII) DISKUSSION

Die bei Kindern gegenüber dem Erwachsenen unterschiedliche Sehschärfe hat dazu geführt, daß bei Kindern nicht, wie das bei Erwachsenen üblich ist, ein Visus von 1,0 gefordert wird. Es ist allgemein üblich, daß bei Screening-Untersuchungen bei Kindern ein Visus von 0,7 noch als unauffällig gilt, während ein geringerer Visus als ungenügend angesehen wird und die entsprechenden Kinder angehalten werden (GUILINO, 1968; KÖHLER und STIGMAR, 1973; PAULMANN, 1971; SCHIRM et al., 1979).

Bezüglich der Anwendbarkeit der beiden Geräte ergab die Untersuchung, daß nicht nur das Gerät R 5 - das seit längerem mit Erfolg verwendet wird - gut eingesetzt werden kann, sondern auch das Gerät R 4 eine gute Anwendbarkeit besitzt. Das R 4 - Gerät war sogar etwas häufiger verwendbar. Von 282 anwesenden Kindern konnten mit dem R 4 - Gerät 273 (= 96,8 %), mit dem R 5 - Gerät 266 (= 94,3 %) getestet werden. Der Unterschied war aber statistisch nicht signifikant.

Es ergab sich aber bei den jüngsten untersuchten Kindern (Jahrgang 1969) eine signifikant häufigere Anwendungsmöglichkeit des Gerätes R 4 gegenüber dem R 5 - Gerät (bei einem Signifikanzniveau $\alpha = 0,1$). Bei einem Jahrgangskollektiv von 46 Kindern konnten mit dem R 4 - Gerät 43 Kinder (= 93,5%) untersucht werden, während mit dem Gerät R 5 37 Kinder (= 80,4%) testbar waren. Dieser Befund korreliert in etwa mit den Ergebnissen von PAULMANN (61), die bei Einschulungsuntersuchungen 60mal mit dem E - Haken kein Ergebnis erreichen konnte, während die Versagerquote bei den kindgerechten Sehzeichen bei 16 Fällen lag (n = 964).

Es sei daran erinnert, daß die kindgerechten Sehzeichen ausdrücklich mit der Absicht entwickelt wurden, eine Sehtestung in möglichst jungen Jahren durchführen zu können

und/oder Kinder, die in der Entwicklung zurückgeblieben sind, ebenfalls testen zu können. Es hat sich gezeigt, daß die jüngeren Kinder, auch die in der Entwicklung retardierten Kinder, teilweise Schwierigkeiten im räumlichen Vorstellungsvermögen hatten, so daß rechts oder links bei der Stellung des E - Hakens nicht oder nur unsicher angegeben werden konnten. Auch erweckten die kindgerechten Sehzeichen mehr Aufmerksamkeit als der E - Haken, bei dem besonders bei sehr lebhaften Kindern doch ziemlich schnell die Aufmerksamkeit sank. Dies deckt sich mit Befunden anderer Autoren (PAULMANN, 1971; KEITZ et al., 1973; BRANT und NOWOTNY, 1976; HELLBRÜGGE et al., 1969).

Bei der Versagerquote muß berücksichtigt werden, daß ein großer Teil davon nicht geräte-immanent ist. Manche Kinder sind so unruhig und ängstlich, daß eine Testung auch bei großer Geduld und Hilfestellung (siehe V b und unten unter Sonstiges) nicht möglich ist. Die Wichtigkeit psychologischer Faktoren für die Anzahl von Testversagern wird von vielen Autoren betont (v.BENDA, 1971; SCHILDWÄCHTER, 1972; SCHOBER und MUNKER, 1965). Auch bei Vorliegen von Augenerkrankungen kann eine Testung unmöglich sein. Dabei besteht die Möglichkeit, daß nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, ob die bestehende Augenerkrankung und Verhaltensstörungen zusammen zu einem Testversagen führen oder einer dieser Faktoren dafür bereits ausreichen würde (SCHIRM et al., 1979; SACHSENWEGER, 1973).

Um die Zahl der Testversager nach Möglichkeit gering zu halten, sollte bei Nichtprüfbarkeit eine Testwiederholung zu einem anderen Zeitpunkt durchgeführt werden, wie das auch in der vorliegenden Arbeit geschehen ist (SCHIRM et al., 1979; LAMBY und HELLBRÜGGE, 1977).

Insgesamt kam ich, aufgrund des vorliegenden Zahlenmaterials und meiner Eindrücke bei den Untersuchungen, zu der Auffassung, daß die Entwicklung der kindgerechten Sehzeichen gerechtfertigt und nützlich ist. Außerdem ist mit ihnen eine Testung des öfteren leichter durchführbar. Auf die leichtere

Anwendbarkeit von kindgerechten Sehzeichen bzw. Schwierigkeiten mit dem E-Haken wurde häufiger hingewiesen (GUILINO, 1972; HELLBRÜGGE et al., 1968; KEITH et al., 1973; BRANT und NOWOTNY, 1976).

Was die geschlechtsspezifische Gliederung angeht, fiel auf, daß in der jüngsten Jahrgangsstufe 6 Mädchen mit dem R 5 - Gerät nicht getestet werden konnten, während mit dem R 4 - Gerät alle Mädchen testbar waren. Ob es sich hier um mehr als einen Zufallsbefund handelt, müßten Untersuchungen an einem größeren Kollektiv zeigen. Darüberhinaus gab es keine Unterschiede in der geschlechtsspezifischen Anwendbarkeit der beiden Geräte.

Auch der Vergleich der mit beiden Geräten ermittelten Visuswerte zeigte, daß der E - Haken (R 5 - Gerät) und die kindgerechten Sehzeichen (R 4 - Gerät) gleichwertig sind. Mit Ausnahme der Visusstufe 1,0 ergab sich bezüglich der erreichten Visuswerte zwischen den Geräten R 5 und R 4 kein statistisch signifikanter Unterschied. Das traf auch für die wichtigen Visusstufen 0,7 und 0,5 zu, die für die Feststellung, ob ein Kind rechtsichtig ist oder angehalten werden soll, von entscheidender Bedeutung sind.

In der Visusstufe 1,0 wurden sowohl mit rechtem, als auch linkem Auge mit dem Gerät R 4 wesentlich bessere Ergebnisse erreicht als mit dem Gerät R 5. Die statistische Signifikanz betrug für rechtes Auge χ^2 = 6,48, für linkes Auge χ^2 = 8,58 bei q = 3,84 und einem Signifikanzniveau α = 0,05.

Die ermittelten Befunde sind insofern interessant und von Bedeutung, als mehrfach, insbesondere von COPPERS, Einwände gegen die HELLBRÜGGEschen Kindersehzeichen gemacht wurden (COPPERS, 1966, 1968 und 1971; SCHILDWÄCHTER, 1972). Mit den Kindersehzeichen würden auch verschiedene kortikale Funktionen, wie sprachlicher Ausdruck, Formgefühl u.ä. geprüft, nicht nur die Sehschärfe allein.

Dieser Einwand ist in diesem Umfang nicht gerechtfertigt. Intelligente Kinder, Kinder mit guter Auffassungs- und Kombinationsgabe mögen gegenüber anderen etwas im Vorteil sein. Aber es sollte nicht übersehen werden, daß mit der Screening-Untersuchung auch das Sehvermögen getestet wird. Einem Kind mit schlechter Sehschärfe helfen die beste Auffassungsgabe und das beste Formgefühl nichts. Es wird die Prüfzeichen nicht erkennen.

Oberdies ist es nicht Zweck der Screening-Untersuchung, eine exakte Sehschärfebestimmung durchzuführen - hierfür ist der Augenarzt zuständig -, sondern in einer Art Filterverfahren die auffälligen Kinder herauszusuchen und dem Facharzt zwecks genauer Diagnose und gegebenenfalls Behandlung zuzuführen.

Sollten aufgrund mangelnder Ausprägung der genannten kortikalen Funktionen einige Kinder angehalten werden, die ein normales Sehvermögen besitzen, wäre das ohne größere Bedeutung, weil bei der augenärztlichen Untersuchung das normale Sehvermögen leicht festgestellt werden kann.

Es wurde darauf hingewiesen, daß eine exakte Visusbestimmung zwar nur mit dem LANDOLT-Ring durchzuführen ist (siehe Abschnitt III b ß), daß aber im Rahmen der Vorrefraktion, etwa bei der Screening-Untersuchung, auch mit anderen Zeichen getestet werden kann, wenn ein gewisser Bezug zum LANDOLT-Ring hergestellt wird und die Prüfzeichen somit einem gewissen Visusäquivalent entsprechen (GUILINO, 1972; HELLBRÜGGE et al., 1968).

Die in dieser Arbeit erhobenen Befunde, näherhin die mit beiden Geräten ermittelten gleichen Visuswerte (mit Ausnahme der Visusstufe 1,0 kein signifikanter Unterschied) beweisen die Richtigkeit der GUILINOschen Ausführungen und zeigen die Gleichwertigkeit des E-Hakens und der kindgerechten Sehzeichen.

Psychologische Faktoren können nicht nur für die Anwendbarkeit der Geräte überhaupt von Bedeutung sein, sondern auch für die ermittelten Visuswerte eine Rolle spielen.

Von unruhigen oder ängstlichen Kindern kann unter Umständen eine geringere Visusstufe erreicht werden als ihrem tatsächlichen Sehvermögen entspricht (siehe auch V b und unten unter Sonstiges).

Warum in der Visusstufe 1,0 mit dem Gerät R 4 deutlich bessere Visuswerte erreicht wurden, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Es sei die Möglichkeit zur Diskussion gestellt, daß die Kinder in der Visusstufe 1,0 die kindgerechten Sehzeichen und den E - Haken zwar gleich gut erkennen, durch den Formenreichtum der Kindersehzeichen und/oder durch einzelne Details aber zum Raten angeregt werden, wenn das betreffende Sehzeichen nicht mehr genau erkannt wird. Durch richtiges Raten kann sich der Anteil der positiven Befunde erhöhen. Theoretisch käme auch die Möglichkeit in Betracht, daß der E - Haken für die Visusstufe 1,0 zu klein oder die Kindersehzeichen zu groß sind. Hier sind weitere Untersuchungen an größeren Kollektiven nötig.

Bewährt hat sich eine Vorprüfung (siehe Abschnitt V b), in der vor der eigentlichen Testung den Kindern die einzelnen kindgerechten Sehzeichen gezeigt wurden und ein eventuell nicht bekanntes Zeichen erläutert wurde. Auf diese Weise kann vermieden werden, daß Kindern aufgrund von Nichtbenennenkönnen einzelner Zeichen ein schlechterer Visus zugeordnet wird als es dem tatsächlichen Sehvermögen entspricht.

Auch beim E - Haken erfolgte vor der Testung eine kurze Instruktion.

Aus den für die Geräte R 4 und R 5 ermittelten, in etwa gleichen Visuswerten leitet sich automatisch ab, daß auch die Anzahl der angehaltenen Kinder ungefähr gleich ist. Mit dem Gerät R 4 wurden unter 273 getesteten Kindern 41 angehalten, mit dem Gerät R 5 unter 266 untersuchten Kindern 42. Das ergab für das Gerät R 4 einen Anteil von 15,02%, für das Gerät R 5 einen solchen von 15,79%. Beide Geräte zusammengenommen ergab sich ein Prozentsatz von 20,78%.

Zum Vergleich seien die Prozentzahlen der angehaltenen Kinder bei anderen Untersuchungen angegeben. COPPERS hatte 16,7% der untersuchten Kinder angehalten (COPPERS, 1971). Bei FREIGANG (Gesundheitsamt Eschwege) lag der Anteil der angehaltenen Kinder bei 16% (FREIGANG, 1966). In einer anderen Untersuchung gab der gleiche Autor 19,9% an (FREIGANG, 1967). SCHENK und HAYDN fanden bei 29,4% der untersuchten Kinder kein ausreichendes Sehvermögen (SCHENK und HAYDN, 1969). ANKERMÖLLER nannte einen Anteil von 37,6% (ANKERMÖLLER, 1966), MAYR einen solchen von 30% (MAYR, 1965 und 1967). FRANCESCHETTI et al. fanden in 21,9%, KÖHLER und STIGMAR in 14,6% und PAULMANN in 26,1% der untersuchten Fälle eine verminderte Sehfähigkeit (FRANCESCHETTI, 1966; KÖHLER und STIGMAR, 1973; PAULMANN, 1971).

Die Zahl der angehaltenen Kinder lag im unteren Bereich der von den anderen Autoren angegebenen Prozentzahlen. Das mag seinen Grund darin haben, daß versucht wurde, bei der Testung eine gelockerte und möglichst angstfreie Atmosphäre zu schaffen; Eltern konnten bei der Untersuchung dabei sein. Eine ausführliche Instruktion sowie eine Testwiederholung bei erstmaliger Nicht-Prüfbarkeit mögen ebenfalls die Anzahl der Testversager verkleinert haben.

Die Anzahl der bei Prüfung mit beiden Geräten angehaltenen Kinder lag etwas höher als die Anhaltezahl bei Prüfung mit je einem Gerät, da die mit dem E - Haken oder den Kindersehzeichen angehaltenen Kinder nicht immer identisch waren.

Die neueste Entwicklung des R 5 - Gerätes, die Zugabe der Kinderbilder als Prüfzeichen zum E - Haken, ist daher zu begrüßen. Damit ist die Möglichkeit eines intensiveren Screenings gegeben.

Der Unterschied in der Anzahl der mit je einem Gerät angehaltenen und der mit beiden Geräten angehaltenen Kinder war statistisch nicht signifikant.

Bei der Untersuchung, wieviele Kinder auf einem Auge oder auf beiden Augen ein ungenügendes Sehvermögen hatten, fiel der große Anteil von Kindern auf, die beidäugig einen ungenügenden Visus aufwiesen.

Mit dem R 5 - Gerät wurde bei 42 angehaltenen Kindern in 21 Fällen ein ungenügender Visus auf beiden Augen festgestellt; bei 15 Kindern wurde mit dem rechten Auge allein, bei 6 mit dem linken Auge keine ausreichende Sehschärfe ermittelt.

Für die Untersuchung mit dem R 4 - Gerät ergaben sich ähnliche Werte: Von 41 angehaltenen Kindern hatten 20 auf beiden Augen kein ausreichendes Sehvermögen; bei 12 Kindern war der Visus auf dem rechten Auge, bei 9 der Visus auf dem linken Auge ungenügend.

Der hohe Anteil des beidäugig ungenügenden Sehvermögens überraschte nicht, da bei vermindertem Visus, z.B. Hyperopie oder Myopie, des öfteren beide Augen, wenn auch nicht immer in gleichem Ausmaß, betroffen sind.

Mit beiden Geräten wurden insgesamt 56 Kinder angehalten und an die betreffenden Eltern Fragebogen versandt. Hiervon kamen 27 beantwortet zurück. Von diesen 27 Kindern waren 24 beim Augenarzt. Das entspricht einem Prozentsatz von 88,89%. Möglicherweise war aber der Anteil der angehaltenen Kinder, die beim Augenarzt gewesen waren, geringer, da nur 48,21% der versandten Fragebogen zurückkamen und erwartet werden kann, daß manche Eltern, die mit ihrem Kind nicht beim Augenarzt waren, schon deswegen den Fragebogen nicht zurücksandten.

PAULMANN ging bei der Kontrolle, wieviele Kinder beim Augenarzt waren, anders vor. Sie fertigte mit Hilfe von Zufallsziffern nach SACHS Stichproben an und fand, daß 64% der von ihr angehaltenen Kinder einen Augenarzt aufgesucht hatten (PAULMANN, 1971; SACHS, 1974).

Von den in der vorliegenden Screening-Untersuchung auffälligen und von den Augenärzten untersuchten 24 Kindern hatten 21 einen Befund, der sofortige Behandlungsmaßnahmen notwendig machte. Bei 3 Kindern wurden von den Augenärzten Kontrollen empfohlen; eine sofortige Behandlungsnotwendigkeit bestand aber nicht. Das ergibt einen Anteil von 87,5%, in denen angehaltene Kinder einen positiven Befund beim Augenarzt hatten. 12,5% waren falsch positiv, d.h. sie wurden angehalten, waren aber nicht oder nicht sofort behandlungsbedürftig.

PAULMANN berichtete über einen Anteil von 2,96% falsch positiver Befunde, KÜHLER und STIGMAR gaben in ihrer klinisch kontrollierten Studie 16,5% falsch positive Befunde an (PAULMANN, 1971; KÜHLER und STIGMAR, 1973).

Wegen der hohen Übereinstimmung der im Screening-Test auffälligen Kinder und der klinischen Behandlungsbedürftigkeit derselben und wegen des ziemlich großen Anteils der angehaltenen Kinder, die entweder nicht beim Augenarzt waren oder von denen keine Rückmeldung erfolgte, scheint es geboten, die Eltern von auffälligen Kindern dringend auf die Notwendigkeit eines Augenarztbesuchs hinzuweisen. Vielleicht sollte man die Eltern der angehaltenen Kinder wiederholt anschreiben. Vielleicht könnte auch ein vorbereitetes Formblatt, das den Eltern der angehaltenen Kinder nach der Testung ausgehändigt wird, hilfreich sein. Vor allem sollte aber bei der Untersuchung, zu der alle Eltern eingeladen werden könnten, intensiv darauf hingewiesen werden, daß die auffälligen

Kinder wahrscheinlich auch behandlungsbedürftig sind und eine Unterlassung möglicherweise irreparable Schäden nach sich zieht.

Obwohl die Zahl der Rückmeldungen und die der - nach Rückfrage bei den behandelnden Augenärzten - erhaltenen Diagnosen in der Untersuchung nicht sehr hoch waren, fiel bezüglich der Diagnosen eine gewisse Übereinstimmung mit der großen Studie von KÜHLER und STIGMAR auf. Häufigster Brechungsfehler war in beiden Untersuchungen eine Hyperopie. Selten kam dagegen eine Myopie vor. Strabismus mit oder ohne Begleitamblyopie hatte jedes 5. - 6. auffällige Kind (KÜHLER und STIGMAR, 1973).

Zuletzt wurde die Erkennbarkeit der einzelnen kindgerechten Sehzeichen mit dem E-Haken verglichen und mit dem χ^2 - Test ausgewertet. Nachdem mit den Geräten R 4 und R 5 im allgemeinen die gleichen Visuswerte ermittelt wurden (die Visusstufe 1,0 ausgenommen), war zu erwarten, daß auch beim Vergleich der einzelnen kindgerechten Sehzeichen mit dem E - Haken keine großen Unterschiede vorhanden waren.

Diese Erwartung wurde durch die Untersuchung bestätigt. Mit Ausnahme der Visusstufe 1,0 wurde unter den 16 Kindersehzeichen in allen anderen Visusstufen bei 13 Zeichen kein signifikanter Unterschied in der Erkennbarkeit gegenüber dem E - Haken gefunden.

Die Katze wurde in der Visusstufe 0,7 mit dem rechten Auge signifikant schlechter erkannt als der E - Haken (χ^2 = 11,19 bei q = 3,84 und α= 0,05). In der gleichen Visusstufe wurde mit dem linken Auge der Hund (χ^2 = 6,37) und der Vogel (χ^2 = 12,04) signifikant schlechter gesehen. Der Hund wurde aber ebenfalls in der Visusstufe 0,7 mit dem rechten Auge gleich gut wie der E - Haken erkannt. Auch der Vogel wurde in der Visusstufe 0,5 (rechtes + linkes Auge) und in der Visusstufe 0,3 (rechtes Auge) gleich gut wie der

E - Haken erkannt; in der Visusstufe 0,7 war die Erkennbarkeit mit dem rechten Auge knapp an der Grenze, aber noch innerhalb der statistischen Signifikanz. Die Katze kam bei der ganzen Testung nur einmal vor. Die einzelnen Kindersehzeichen kommen unterschiedlich häufig und meist nicht in allen Visusstufen vor.

Eine Oberprüfung dieser 3 Zeichen an einem großen Kollektiv wäre dennoch angezeigt. Alle übrigen Zeichen waren, mit Ausnahme der Visusstufe 1,0, dem E - Haken gleichwertig.

In der Visusstufe 1,0 waren alle kindgerechten Sehzeichen besser zu erkennen als der E - Haken. Wie schon oben ausgeführt, besteht die Möglichkeit, daß die kindgerechten Sehzeichen zu groß und/oder der E - Haken für diese Visusstufe zu klein ist. Auch der große Detailreichtum der Kinderzeichen oder die Zeichen als ganzes können eventuell zu einem häufigeren Raten und zu einem positiv beeinflußten Ergebnis führen.

Die Sehschärfeprüfung mit beiden Geräten benötigte inclusive Vorprüfung (Erläuterung der einzelnen Sehzeichen) etwa 20 Minuten pro Kind. Der größere Teil der Zeit entfiel dabei auf das R 4 - Gerät, da hier mit dem rechten und linken Auge insgesamt 40 Sehzeichen dargeboten und überprüft werden mußten, während beim E - Haken insgesamt nur 10 Testungen durchzuführen waren.

Ein wesentlich kürzerer Zeitaufwand für die Prüfung mit beiden Geräten erscheint nicht möglich, wenn die Testung gründlich ausgeführt werden soll. PAULMANN berichtete, daß sie bei ihrer Untersuchung nur 5 Minuten pro Kind verwenden konnte und bedauert die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit (von seiten des Gesundheitsamts, wo die Untersuchung durchgeführt wurde, war eine zu große Anzahl von Kindern eingeladen worden) (PAULMANN, 1971).

Wie bereits mehrfach erwähnt, wurde großer Wert darauf gelegt, daß eine möglichst angstfreie und gelockerte Atmosphäre bei der Testung vorhanden war. Es wurde nach Mög-

lichkeit der Eindruck vermieden, daß eine Prüfung oder Aufgabe bevorstehe; es wurde mehr das spielerische Element betont. Die Gegenwart von Eltern oder gegebenenfalls der Kindergärtnerin wirkte des öfteren angstmildernd. Auf die Bedeutung von psychologischen Faktoren, besonders bei jüngeren und ängstlichen Kindern, wiesen fast alle Untersucher hin.

Zum Schluß sei nochmals erwähnt, daß meines Erachtens noch mehr Aufklärung und Information als bisher bezüglich Augen-Screening und Notwendigkeit einer baldigen Behandlung bei Vorliegen von Sehfehlern betrieben werden sollten. Ich möchte annehmen, daß Teile der Bevölkerung nicht ausreichend informiert sind oder ihnen die Dringlichkeit eventueller Maßnahmen nicht bewußt ist. Immerhin wurde eine stärkere Frequentierung der Screening-Untersuchung nach einer Fernsehsendung über kindliche Augenschäden festgestellt (MEINERT, 1969).

Die öffentlichen Medien, wie Presse, Rundfunk, Fernsehen, sollten unter Mitwirkung kompetenter Fachleute noch mehr auf die Notwendigkeit von Screening-Untersuchungen, u.a. auch Augen-Screening im frühesten Alter (etwa ab 2 Jahren), hinweisen, wobei besonders mögliche irreparable Schäden bei nicht rechtzeitiger Erkennung und Behandlung herausgestellt werden sollten.

Des weiteren könnten Informationsblätter, kindliche Vorsorgeuntersuchungen betreffend, an den Gesundheitsämtern und vor allem in den Schulen, Kindergärten und sonstigen, mit Kindern befaßten Institutionen ausliegen. Auch ein Prämiensystem für die Absolvierung von Vorsorgeuntersuchungen, wie dies schon in einigen anderen Staaten praktiziert wird, könnte die Beteiligung an Screening-Maßnahmen (bei entsprechender Institutionalisierung) fördern. Die Bereitstellung der hierfür erforderlichen Mittel durch die öffentliche Hand sollte in Anbetracht der enormen Folgelasten bei bleibenden, gravierenden Gesundheitsschäden keine Schwierigkeiten bereiten.

Endziel wäre, daß grundsätzlich nicht mehr Gesundheitsschäden als durch Vorsorgemaßnahmen im Kindesalter erfaßbar und durch anschließende Behandlung vermeidbar, übrig bleiben. Für dieses Ziel sollten auch große Anstrengungen nicht gescheut werden.

(VIII) ZUSAMMENFASSUNG

Bisher wurden Kindersehtestungen in der Bundesrepublik erstmals im Rahmen von Einschulungsuntersuchungen durchgeführt. Nach Ansicht vieler Fachleute und gestützt auf neuere neurophysiologische Untersuchungen liegen diese Sehtestungen aber viel zu spät, so daß bei Entdeckung von Augenschäden erst in diesem Alter mit zum Teil erheblichen Restschädigungen auch nach intensiver Behandlung gerechnet werden muß.

Durch die Entwicklung spezieller, auch für Kleinkinder geeigneter Sehzeichen sollte ein Sehscreening in früherem Alter als mit herkömmlichen Zeichen ermöglicht werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde über Ergebnisse eines Sehschärfe-Screenings bei 282 drei- bis sechsjährigen Kindern berichtet, welches vergleichend mit den kindgerechten Sehzeichen nach Prof. HELLBRÜGGE (R 4 - Gerät) und dem E-Haken nach PFLÜGER (R 5 - Gerät) durchgeführt wurde.

Mit den kindgerechten Sehzeichen waren 273 Kinder, mit dem E-Haken 266 Kinder testbar. In der jüngsten Jahrgangsstufe (3-4jährige) war eine Testung mit den kindgerechten Sehzeichen signifikant häufiger durchführbar als mit dem E-Haken. In den übrigen Jahrgängen ergab sich kein Unterschied.

Beim Vergleich der ermittelten Visuswerte ergaben die kindertümlichen Sehzeichen in Visusstufe 1,0 bessere Ergebnisse, hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

Beim Vergleich der e i n z e l n e n kindertümlichen Sehzeichen mit dem E - Haken wurde bei 13 von 16 Zeichen kein Unterschied festgestellt - abgesehen von der Visusstufe 1,0 -, bei 3 Zeichen (Katze, Vogel, Hund) ergab sich in einzelnen Visusstufen eine teilweise schlechtere Erkennbarkeit. Eine Oberprüfung dieser Zeichen wird vorgeschlagen.

In der Anzahl der bei der Untersuchung auffälligen Kinder ergab sich zwischen kindertümlichen Sehzeichen und

E - Haken kein Unterschied, wenn auch die angehaltenen Kinder nicht in allen Fällen identisch waren. Mit dem Pflüger-Haken erreichten 15,8% der getesteten Kinder Anhaltewerte, mit den kindertümlichen Sehzeichen waren 15% der Kinder auffällig. Bei den im Sehscreening angehaltenen Kindern waren nach augenärztlichem Befund 12,5% falsch positiv, d.h. sie waren trotz auffälliger Sehscreening-Untersuchung nicht oder noch nicht behandlungsbedürftig.

(IX) LITERATUR

ADELSTEIN, F.H. und COPPERS, C.: Prophylaktische Maßnahmen im Rahmen der Strabismustherapie, BVA, Arbeitskreis Schielbehandlung, 2, 154 - 172 (1971)

ALLEN,H.F.: A new picture series for preschool vision testing, Amer. Journal Ophthal., 44, 38 - 41 (1957)

AMIGO,G.: Pre-school vision study, Brit. Journal Ophthal., 57, 125 - 132 (1973)

ANKERMOLLER,F.M.: Zur Frage des Sehvermögens bei Kindern und Jugendlichen, Öffentl. Gesundheitsdienst, 18, 328 - 333 (1966)

ARNDT,G.: Ober Unterschiede zwischen verschiedenen Sehproben, Klin. Mbl. Augenheilkunde, 115, 157 - 161 (1949)

AULHORN,E., COMBERG,D., SCHOBER,H. und SIEBECK,R.: Vorschläge der Kommission zur Koordinierung der Sehschärfebestimmungsgeräte der DOG, Bericht 68. Zusk. DOG, 1967, Bergmann-Verlag, München, 1968

BANGERTER,A.: Amblyopiebehandlung, 2. Aufl., Verlag S. Karger, Basel, 1965

BANKS,M.S., ASLIN,R.N. und LETSON,R.D.: Sensitive period for the development of human binocular vision. Science 190, 675 - 677 (1975)

v.BENDA,H.: Verfahren zur Sehschärfebestimmung; Vergleichsuntersuchungen über Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit, Bücherei des Augenarztes, Beihefte d. klin. Mbl. f. Augenheilkunde, 58. Heft, 1971

BENNET,A.G.: Ophthalmic Test Letters, Brit. Journal Physiol. Opt., 22, 238 - 271 (1965)

v.BEUNINGEN,E.G.-A.: Der Einfluß des Intelligenzgrades bei ophthalmologischen Untersuchungsmethoden, Graefes Archiv Ophthal., 148, 258 - 268 (1948)

BRANT,J.C. und NOWOTNY,M.: Testing of Visual Acuity in Young Children; An Evaluation of Some Commonly Used Methods. Develop. Med. Child. Neurol., 18, 586 (1976)

BROCKNER,A.: Klinische Untersuchungsmethoden; in SCHICK,F. und BROCKNER,A.: Kurzes Handbuch der Ophthalmologie, Bd. II, Springer-Verlag, Berlin, 1932

BROCKNER,R.: Augenfibel, Verlag G. Thieme, Stuttgart, 1966

CREUTZFELDT,O. und HOHMANN,A.: Die sensitive Phase für die Entwicklung binokularer Sehfunktionen, der kinderarzt, 7, 993 - 996 (1976)

CRUNDALL,E.J.: A guide to vision screening apparatus, The Optician, 160, 477 - 488 (1970)

COPPERS,C.: Diagnostik und Behandlung von Funktionsstörungen der Augen; Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung, Behinderte Kinder, 49 - 50, 1971

COPPERS,C.: Zum Problem der Augenreihenuntersuchung im Kindesalter, Werkzeitschrift "Gute Sicht" d. Opt. Werke Rodenstock, 23, 6 - 7 (1966)

COPPERS,C.: Erfassung und Betreuung sehbehinderter Kinder, Dt. Zentrale für Volksgesundheitspflege; Ffm. Kongressbericht, 154 - 168, 1968

DODEN,W. und PROTONOTARIUS,P.N.: Ober Anamnese und Augenfunktion gesunder Kinder, Klin. Mbl. Augenheilkunde, 136, 459 - 476 (1960)

DODEN,W.: Stellungsanomalien und Motilitätsstörung; in AXENFELD,T. und PAU,H.: Lehrbuch und Atlas der Augenheilkunde, G. Fischer Stuttgart (1973)

ELHARDT,S.: Tiefenpsychologie; Eine Einführung, 2. Aufl., Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart/Berlin/Köln/Mainz, 1971

FFOOKS,O.: Vision test for children; Use of symbols, Brit. Journal Ophthal., 49, 312 - 314 (1965)

FITZ,W. und GORDON,R.: Designing a near point acuity test card for preschool children, Amer. Journal Optometry, 49, 439 - 445 (1972)

FLETCHER,R.J.: Ophthalmic in Industry, The Optician, 138, 34 - 40 (1959)

FRANCESCHETTI,A., FRANCESCHETTI,A.Th. und HUDSON-SHAW,S.: Erfassung von Augenstörungen durch Reihenuntersuchungen im Vorschulalter, Klin. Mbl. Augenheilkunde, 149, 657 - 662 (1966)

FRANKENBURG,W.K. und LAMBY,J.-E.: Screening und Sehschärfe, der kinderarzt, 7, 49 - 50 (1976)

FREIGANG,M.: Frühdiagnose und Frühbehandlung des Strabismus und der Amblyopie, Öffentl. Gesundheits-Dienst, 28, 175 - 186 (1966)

FREIGANG,M.: Frühdiagnose und Frühbehandlung des Strabismus und der Amblyopie, Augenspiegel, 13, 106 - 112 (1967) (a)

FREIGANG,M.: Frühestbehandlung und Frühesterkennung von Augenerkrankungen im Säuglings- und Kleinkindesalter, Monatskurse f.d. ärztl. Fortbildung, 7, 375 - 379 (1967) (b)

FREIGANG,M.: Hilfe für das sehbehinderte Kind, Öffentl. Gesundheitswesen, 31, 131 - 136 (1969)

FREIGANG,M.: Der R 5 - Test, Der Augenarzt, 3, 131 - 132 (1970)

GIBSON,J.J. und RADNER, M.: Adaption, after effect and contrast in the perception of tilted lines. I. Quantitative studies. J. Exp. Psychol. 20, 453 - 467 (1937)

GUILINO,G.: Ein neues Sehtestgerät für Kinder, Augenspiegel, 14, H. 6, 2 - 8 (1968)

GUILINO,G.: Der Sehtest; in: BARTHELMESS,G., v.BENDA,H., GUILINO,G., v.HEBENSTREIT,B. und SCHILDWÄCHTER,K.: Sehtestungen, Verlag W. Goldmann, München, 1972

GUILINO,G.: Persönliche Mitteilung 1979

v.HAUGWITZ,Th.: Sehtestgeräte auf dem deutschen Markt, Augenspiegel, 13, 136 - 143 (1967)

v.HEBENSTREIT,B.: Sehtest für Führerscheinbewerber; in: BARTHELMESS,G., v.BENDA,H., GUILINO,G., v.HEBENSTREIT,B. und SCHILDWÄCHTER,K.: Sehtestungen, Verlag W. Goldmann, München, 1972

HEINSIUS,E.: Sehschärfe und Kraftfahrtauglichkeit, Klin. Mbl. Augenheilkunde, 143, 429 - 437 (1963)

HELLBROGGE,Th.: Ober die Notwendigkeit von Vorsorge-Untersuchungen im Kleinkindesalter, Dt. Ärzteblatt, 28, 1539 - 1546 (1965)

HELLBROGGE,Th., SCHULZ-MOLLENSIEFEN,E. und FISCHER,M.: Die Bedeutung kindgerechter Symbole für Sehschärfe-Untersuchungen im frühen Kindesalter, Fortschr. Med., 86, 493 - 497 (1968)

HELLBROGGE,Th., FISCHER,M. und WILMS,K.H.: Frühdiagnostik von Sehstörungen bei Kleinkindern; Physiologische und technische Voraussetzungen für ein neues Screening-Sehtestgerät. Fortschr. Med., 87, 345 - 348 (1969)

HENKE,G.: Vergleich der Sehschärfe an verschiedenen Sehzeichenproben. Die Fachvorträge der WVA-Jahrestagung in Baden-Baden 1966; 16. Sonderdruck d. Wissenschaftl. Vereinig. d. Augenoptiker e.V.

HOFFMANN,K.P.: Kritische Phase in der Entwicklung des binokularen Sehens bei jungen Katzen, der kinderarzt, 7, 989 - 990 (1976)

HOHMANN,A. und CREUTZFELDT,O.D.: Squint and the development of binocularity in humans; Nature 254, 613 - 614 (1975)

HOLLAND,G.: Bedeutung und Therapie der anomalen Netzhautkorrespondenz, Schielbehandlung 2, 30 - 40 (1971)

HUBEL,D.H. und WIESEL,T.N.: The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens, J. Physiol., 206, 419 - 436 (1970)

JAENSCH,P.A.: Diagnose und Therapie des Schielens, Bücherei d. Augenarztes, 24, 1956

JAINSKI,P. und SCHMIDT-CLAUSEN,H.J.: Ober das Verhalten der Sehschärfe bei räumlich getrennten Adaptationsfeldern inhomogener Lichtdichte, Optik, 31, 410 - 425 (1970)

JAMES,N.T. und MEEK,G.A.: Visual acuity development coincides with the sensitive period in kittens, Nature Vol. 254, 614 - 615 (1975)

JULESZ,B.: Foundations of Cyclopean Perception, The University of Chicago Press, Chicago and London 1971

KEITH,C.G., DIAMOND,Z. und STANSFIELD,A.: Visual acuity testing in young children, The Optician, 166, Nr. 4292, 4 - 14 (1973)

KÜHLER,L. und STIGMAR,G.: Vision Screening of Four-Year-Old-Children, Acta pädiat. scand., 62, 17 - 27 (1973)

LAMBY,J.-E. und HELLBRÜGGE,Th.: Augenuntersuchungen beim Säugling und Kleinkind, Pädiatr. Prax., 18, 499 - 506 (1977)

LO CASCIO,G.P.: Preschool - Age Vision Screening, Amer. Journal Optom., 48, Nr. 12, 1044 - 1047 (1971)

MAYR,R.: Ober Sehprüfungen bei Volksschülern, Öffentl. Gesundheitsdienst, 27, 6 - 9 (1965)

MAYR,R.: Ober Erfahrungen mit dem R 5 - Gerät, Referat Tagung d. Arbeitskreises Schielbehandlung, Berufsverband der Augenärzte Deutschlands, Wiesbaden, November 1967

MEINERT,R.: Zur Früherkennung von Seh-, Hör- und Sprachstörungen, Modellversuch des Landes Nordrhein-Westfalen; öffentl. Gesundheitswesen, 31, 423 - 429 (1969)

MONJE,M.: Der Lichtsinn; Physiologie des Auges. In: Der Augenarzt, Bd. I (Herausgb.: VELHAGEN,K.), Thieme-Verlag, Leipzig, 1958

MOVSHON,J.A. et al.: Interocular transfer in normal humans, and those who lack stereopsis; Perception 1, 483 - 490 (1972)

MUNKER,H.: Zu der Frage der Progression der Visusstufen bei Sehschärfe-Bestimmungsgeräten, Augenspiegel, 15, 3 - 7 (1970)

MOTZE,K.: Abhängigkeit der Sehschärfe von der Art und Weise der Darbietung der Teste, SOZ, 18, 218 - 219 (1963)

ØSTERBERG,G.: A sight-test chart for children, Actaophthal., 14, 397 - 405 (1936)

OPPEL,U.: Ober die Schielkrankheit und Schielamblyopie; Ihre soziale Bedeutung und Therapie, Fortschr. Med., 83, 63 - 66 und 157 - 160 (1965)

OPPEL,U.G. und ROGER,B.: Biomathematik; Medizinische Statistik und Dokumentation. Rathgeber-Verlag, München, 1975

PAULMANN,H.: Die Prüfung des Rodenstock - R 5 - Sehtestgerätes bei einer Einschulungsuntersuchung, Dissertation, Bonn, 1971

RABETGE,G.: Sehprüfungen beim Kleinkind, Bücherei des Augenarztes, 45, 9 - 16 (1965)

RYBA,J.: Obertragbare Optotypen von 1 m zur Ermittlung der Sehfehler bei kleinen Kindern, Klin. Mbl. Augenheilkunde, 157, 92 - 94 (1970)

SACHS,L.: Angewandte Statistik, Springer, Berlin/Heidelberg/ New York, 1974

SACHSENWEGER,R.: Prophylaxe und Frühbehandlung der Schielschwachsichtigkeit, VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, 1966

SACHSENWEGER,R.: Die Augenkrankheiten im Kindesalter, F. Enke-Verlag, Stuttgart, 1973

SCHENK,H. und HAYDN,M.: Erfahrungen mit dem Rodenstock-R 5-Sehtestgerät, Klin. Mbl. Augenheilkunde, 154, 739 - 746 (1969)

SCHILDWÄCHTER,K.: Der Sehtest bei der Einschulungsuntersuchung; in: BARTHELMESS,G., v.BENDA,H., GUILINO,G., v.HEBENSTREIT,B. und SCHILDWÄCHTER,K.: Sehtestungen, Verlag W. Goldmann, München, 1972

SCHIRM,H., SADOWSKY,K., EDER,N. und SCHERB,H.: Vergleichende Untersuchungen von Screening-Methoden zur Bestimmung der Sehfunktion bei vier- und fünfjährigen Vorschulkindern, der kinderarzt, 10, 27 - 36 (1979)

SCHMITT,L.: Sehtest im Kindergarten, Öffentl. Gesundheitswesen, 29, 409 - 411 (1967)

SCHOBER,H.: Untersuchungen über die Verwendbarkeit des LANDOLTschen Ringes als Normzeichen bei Sehschärfebestimmung, Optik, 9, 225 - 235 (1952)

SCHOBER,H. und WITTMANN,K.: Untersuchungen über die Sehschärfe bei verschiedenfarbigem Licht, Das Licht, Bd. VIII, 1938

SCHOBER,H.: Das Sehen, Bd. II. VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 1964

SCHOBER,H. und MUNKER,H.: Die Bestimmung der Sehschärfe und ihre Reproduzierbarkeit, Klin. Mbl. Augenheilkunde, 146, 210 - 216 (1965)

SHERIDAN,M.D.: The STYCAR Graded-balls Vision Test, Develop. Med. Child. Neurol.; 15, 423 (1973)

SIMONI,S.: Untersuchungen an Kleinkindern mit dem Rodenstock-Sehtestgerät R 5, Med. Klinik, 64, 2339 - 2342 (1969)

SJÖGREN,H.: A new series of test-cards for determining visual acuity in children, Acta ophthal., 17, 67 - 68 (1939)

TITMUS OPTICAL Co.: Reference Manual, Professional Vision Tester for Occupational Use, Petersburg/Va., 1966

TODTER,F.: Die Rodenstock-Sehtestgeräte R 4 und R 5, Mitteilungen d. österreich. Sanitätsverwaltung, 76, H. 4, 1 - 3 (1975)

v.TSCHERMAK-SEYSENEGG,A.: Einführung in die physiologische Optik, Springer-Verlag, Wien, 1947

Herrn Prof. Dr. med. Th. Hellbrügge verdanke ich die Anregung zu dieser Arbeit, sowie wertvolle Kritik und Hilfestellung.

Frau Priv. Doz. Dr. med. Liselotte Toppel gab mir wichtige Tips, die ich für den statistischen Teil meiner Arbeit verwenden konnte.

Die organisatorische Leitung des Vorsorgeprogramms hatte Herr Dr. med. Jens Wittrock, der mir Vorschläge bei der praktischen Durchführung der Kinderuntersuchung machte.

Herr Dr. med. Hartmut Schirm sah die Arbeit gründlich durch und gab fachbezogene Verbesserungsvorschläge, wofür ich ihm sehr zu Dank verpflichtet bin.

Mein Dank gilt weiterhin meinen Eltern, meiner Frau und Frau Jutta Pircher, die durch ihre Geduld und ihren Zuspruch die Fertigstellung der Arbeit ermöglichten.

Ohne die hilfsbereite Unterstützung aller Genannten wäre die vorliegende Arbeit nicht entstanden.

LEBENSLAUF

Am 1. 4. 1948 wurde ich als erstes Kind des Vorsitzenden Richters Johann Zitzmann und seiner Frau Luise in Ludwigshafen am Rhein geboren. Nach Besuch der Volksschule in Ludwigshafen und der humanistischen Gymnasien in Ludwigshafen, Scheyern in Obb. und des Wilhelmsgymnasiums in München begann ich im Wintersemester 1969/70 das Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Hier legte ich im Juni 1975 mein Staatsexamen ab. Als Medizinalassistent arbeitete ich in der internen Abteilung des städt. Krankenhauses Landsberg/Lech und in der chir. Abteilung des Kreiskrankenhauses Schwabmünchen bei Augsburg. Nach Erteilung der Approbation am 2. 11. 1976 war ich 2 Jahre als Truppen- und Fliegerarzt bei der Bundeswehr. Von November 1978 bis Juni 1979 arbeitete ich als Assistenzarzt auf der inneren Abteilung des Krankenhauses der Barmherzigen Brüder in Neuburg, seit Juli 1979 bin ich auf der inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses Füssen beschäftigt.